COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-HUITIÈME.

JANVIER — JUIN 1879.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1879

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1879.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✻).
HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✻).
BOUQUET (Jean-Claude) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le Général Arthur-Jules) (G. O. ✻).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LOEWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✻).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✻.

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✵).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (O. ✵).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✵).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (O. ✵).
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✵).
CORNU (Marie-Alfred) ✵.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✵).
FREMY (Edmond) (C. ✵).
WURTZ (Charles-Adolphe) (C. ✵).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✵).
DEBRAY (Jules-Henri) ✵.
FRIEDEL (Charles) ✵.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (C. ✵).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✵).
PASTEUR (Louis) (G. O. ✵).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✵.
HÉBERT (Edmond) O. ✵.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✵.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
NAUDIN (Charles-Victor) ✵.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) O. ✵.
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✵.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
Decaisne (Joseph) (O. ✻).
Peligot (Eugène-Melchior) (C. ✻).
Thenard (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
Bouley (Henri-Marie) (O. ✻).
Mangon (Charles-François-Hervé) (C. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Edwards (Henri-Milne) (C. ✻).
Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (O. ✻).
Blanchard (Charles-Émile) (O. ✻).
Robin (Charles-Philippe) ✻.
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) ✻.
Gervais (François-Louis-Paul) (O. ✻).

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Cloquet (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
Bouillaud (Jean) (C. ✻).
Sédillot (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
Gosselin (Athanase-Léon) (C. ✻).
Vulpian (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
Marey (Étienne-Jules) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

Dumas (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✵).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) O. ✵.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✵).
FAVÉ (Idelphonse) (G. O. ✵).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✵).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✵, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✵, à Genève.
S. M. DON PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin.
KRONECKER (Léopold), à Berlin.
SPOTTISWOODE (William), à Londres.
BORCHARDT (Carl-Wilhelm), à Berlin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolph), à Bonn.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✻, à Versailles.
Broch (Ole-Jacob), à Christiania.
Boileau (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
Colladon (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Peters (C.-A.-F.), à Altona.
Adams (J.-C.), à Cambridge.
Cayley (Arthur), à Londres.
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
Plantamour (Émile), à Genève.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Roche (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
Richards (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Brest.
Sabine (Général Edward), à Londres.
Nordenskiold (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
Cialdi (Alexandre), à Rome.

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
Weber (Wilhelm), à Göttingue.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin.
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg.
Joule (James-Prescott), à Manchester.
Billet (F.), à Dijon.
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
Favre (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève.
Frankland (Edward), à Londres.
Dessaignes (Victor), à Vendôme.
Williamson (Alexander-William), à Londres.
Zinin (Nicolas), à Saint-Pétersbourg.
Lecoq de Boisbaudran (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Miller (William Hallowes), à Cambridge.
Kokscharow (Nicolas de), à Saint-Pétersbourg.
Studer (Bernard), à Berne.
Lory (Charles) ✻, à Grenoble.
Cailletet (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✱, à Strasbourg.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✱, à Aix.
GODRON (Dominique-Alexandre) (O. ✱), à Nancy.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✱, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
DARWIN (Charles-Robert), à Down, Beckenham (Kent), Angleterre.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✱), à Rouen.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✱), à Lille.
PIERRE (Isidore) ✱, à Caen.
REISET (Jules) (O. ✱), à Écorcheboeuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✱), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), ✱ à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✱, à Montpellier.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
BRANDT (Jean-Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
MULSANT (Étienne) ✱, à Lyon.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
N . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✽, à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✽), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✽), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✽, à Lyon.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1877.

(*Voir* à la page 15 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1879, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Edm. Becquerel	obtient. . . .	45	suffrages.
M. Rolland	»	5	»
M. O. Bonnet	»	3	»
M. Chasles	»	2	»
M. Jamin	»	1	»

Il y a 5 bulletins blancs.

M. **Edm. Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1879.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1879, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient. . . . . 43 suffrages.
M. Decaisne » . . . . 42 »

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Fizeau** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1879.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le tome LXXXIV (1er semestre 1877) et le tome LXXXV (2e semestre 1877) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1878 ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Documents relatifs au Passage de Vénus. — La première Partie du Tome II, renfermant les travaux de la Mission de Pékin et la partie astronomique des travaux de la Mission de l'île Saint-Paul, a été distribuée au mois d'août.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XXXIX, renfermant plusieurs Mémoires de M. Chevreul, a été mis en distribution au mois de janvier dernier.

Volumes en cours de publication.

Documents relatifs au Passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome II est en cours d'impression. Elle renfermera la fin des travaux effectués par la mission de Saint-Paul. Les six premières feuilles, contenant les études météorologiques de M. le Dr Rochefort, sont bonnes à tirer.

Les planches qui doivent accompagner ce volume sont livrées à l'imprimerie. Les bois sont gravés et clichés.

Le Tome III sera, comme les précédents, divisé en deux Parties. La première renfermera les Rapports de M. Tisserand et de M. Picard sur l'observation astronomique et photographique effectuée par eux à Yokohama.

La deuxième Partie, en cours d'impression, renferme les résultats des mesures des plaques photographiques. Elle est divisée en fascicules spéciaux afférents à chacune des machines micrométriques mises en usage, et rédigés par MM. A. Cornu, Baille, Mercadier, Gariel et Angot.

L'impression de cette dernière Partie sera achevée vers le milieu de cette année.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLI a trente-six feuilles tirées. Elles contiennent les Mémoires de MM. Becquerel sur la mesure des affinités en prenant pour base les forces électromotrices. — Sur le transport de certains sels par les décharges électriques. — Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36 mètres de profondeur, pendant les années 1875, 1876 et 1877. — Sur les actions électrocapillaires.

Ce Volume sera terminé par le Mémoire de M. Chevreul sur la vision des couleurs, dont l'impression s'effectue activement.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXVI, bientôt terminé, compte dès à présent soixante-cinq feuilles tirées et renferme le Mémoire de M. Max. Cornu sur le *Phylloxera vastatrix;* le Mémoire de M. Halphen sur les points singuliers des courbes algébriques planes; l'annexe au Mémoire de M. Duclaux sur les progrès de l'invasion phylloxérique en 1877, et le Mémoire de M. Fouqué sur les laves des dykes de Théra.

Les observations de roulis et de tangage, faites avec l'oscillographe double par M. Bertin, termineront ce Volume. Elles sont en placards.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1878.

Membres décédés.

Section de Physique : M. **Becquerel**, décédé le 18 janvier.

Section de Chimie : M. **Regnault**, décédé le 19 janvier.

Section de Minéralogie : M. **Delafosse**, décédé le 13 octobre.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Cl. Bernard**, décédé le 10 février.

Académiciens libres : M. **Belgrand**, décédé le 8 avril; M. **Bienaymé**, décédé le 19 octobre.

Membres élus.

Section d'Astronomie : M. **Tisserand**, le 18 mars, en remplacement de de M. **Le Verrier**.

Section de Physique : M. **Cornu**, le 3 juin, en remplacement de M. **Becquerel**.

Section de Chimie : M. **Friedel**, le 1er juillet, en remplacement de M. **Regnault**.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Marey**, le 2 décembre, en remplacement de M. **Cl. Bernard**.

Académicien libre : M. **Damour**, le 23 décembre, en remplacement de M. **Belgrand**.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Delafosse**, décédé.

Académicien libre : M. **Bienaymé**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1878.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. le général **Didion**, à Nancy, le 4 juillet.

Section d'Astronomie : Le R. P. **Secchi**, à Rome, le 26 février.

Section de Physique : M. **de Mayer**, à Heilbronn, le 20 mars.

Section de Chimie : M. **Malaguti**, à Rennes, le 26 avril.

Section de Minéralogie : M. **Leymerie**, à Toulouse, le 5 octobre.

Section d'Économie rurale : M. **de Vibraye**, à Cheverny, le 14 juillet; M. **Chevandier de Valdrôme**, à Cirey-les-Forges, le décembre.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ehrmann**, à Berlin, le 19 juin; M. **Rokitanski**, à Vienne, le 23 juillet; M. **Lebert**, à Breslau, le août.

Correspondants nommés Académiciens.

Section d'Astronomie : M. **Tisserand**, élu Académicien titulaire, le 18 mars.

Académicien libre : M. **Damour**, élu Académicien libre, le 23 décembre.

Correspondants élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **Cialdi**, à Rome, le 11 mars, en remplacement de S. M. **Don Pedro**, élu Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Lecoq de Boisbaudran**, à Cognac, le 10 juin, en remplacement de M. **Malaguti**, décédé.

Section de Botanique : M. **Duval-Jouve**, à Montpellier, le 25 mars, en remplacement de M. **Hofmeister**, décédé; M. **Asa Gray**, à Cambridge, le 29 juillet, en remplacement de M. **Braun**, décédé; M. **Darwin**, à Down, Beckenham, le 5 août, en remplacement de M. **Weddell**, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Chauveau**, à Lyon, le 6 mai, en remplacement de M. **Gintrac**, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. le général **Didion**, à Nancy, décédé le 4 juillet 1878.

Section d'Astronomie : M. **Hansen**, à Gotha, décédé le 28 mars 1874; M. **Argelander**, à Bonn, décédé le 17 février 1875; M. **Santini**, à Padoue, décédé le 26 juin 1877; le R. P. **Secchi**, à Rome, décédé le 26 février 1878; M. **Tisserand**, à Toulouse, élu membre titulaire, le 18 mars 1878.

Section de Physique : M. **Angström**, à Upsal, décédé le 21 juin 1874; M. **de Mayer**, à Heilbronn, décédé le 20 mars 1878.

Section de Minéralogie : Sir **Ch. Lyell**, à Londres, décédé le 22 février 1875; M. **Leymerie**, à Toulouse, décédé le 5 octobre 1878; M. **Damour**, à Rémauville, élu Académicien libre, le 23 décembre 1878.

Section d'Économie rurale : M. **de Vibraye**, à Cheverny, décédé le 14 juillet 1878; M. **Chevandier de Valdrôme**, à Cirey-les-Forges, décédé le   décembre 1878.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **de Baer**, à Dorpat, élu Associé étranger, le 24 avril 1876.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ehrmann**, à Strasbourg, décédé le 19 juin 1878; M. **Rokitanski**, à Vienne, décédé le 23 juillet 1878; M. **Lebert**, à Breslau, décédé le   août 1878.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Damour*, comme Académicien libre, en remplacement de feu M. *Belgrand*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Damour** prend place parmi ses confrères.

Réponse à M. Pasteur; par M. **Berthelot**.

« Entre mon éminent ami et confrère M. Pasteur et moi, la discussion générale me paraît épuisée : si nous sommes d'accord sur la plupart des questions d'origine et de genèse des ferments figurés, nous cessons de l'être sur les problèmes de Chimie biologique soulevés par la décomposition des principes fermentescibles; mais la diversité de nos points de vue est suffisamment manifestée, et je n'ai pas coutume de caractériser moi-même la méthode et la logique de mes contradicteurs : ce sont là des sujets que je préfère laisser au jugement du public compétent. Deux points seulement me paraissent devoir être relevés.

» Il s'agit d'abord des Notes posthumes de Claude Bernard. M. Pasteur continue à rester étranger à l'ordre d'idées qui nous a conduits à regarder comme utile la publication des derniers essais de notre cher et regretté confrère. Ces Notes renfermaient seulement les commencements d'une série d'expériences, poursuivies ultérieurement pendant les deux derniers mois de sa vie, et dont la suite l'avait confirmé de plus en plus dans ses opinions. En cet état de choses, il ne s'agissait point, et j'avais pris soin de l'indiquer nettement dès l'origine, d'ouvrir une polémique sur un travail interrompu par la mort de son auteur, mais d'en conserver la trace dans la Science. On signalait ainsi une direction nouvelle et un sujet de recherches aux personnes qui auraient confiance dans les vues de notre illustre confrère; quant à celles qui ne partageraient pas ses opinions, elles étaient libres de ne pas s'en occuper, ou tout au plus de marquer brièvement leur dissidence.

» J'arrive à la question des êtres qui emprunteraient au sucre, d'après M. Pasteur, de l'oxygène combiné, au lieu et place de l'oxygène libre que l'atmosphère leur fournit dans les conditions ordinaires de leur existence. C'est là une conjecture qui ne repose, pour reproduire le langage de notre confrère, sur aucun fait sérieux; mais c'est à l'auteur de cette théorie hypothétique qu'il incombe de la prouver, et non à ses contradicteurs. J'ai rappelé précédemment que la composition chimique des produits de la fermentation lui était opposée; j'ajouterai aujourd'hui que la composition chimique des principes immédiats du ferment ne paraît pas la confirmer davantage. Étant admis, en effet, que la levûre est un végétal qui se nourrit et se développe aux dépens de l'oxygène du sucre pendant la fermentation, la levûre ainsi formée devrait être plus riche en oxygène que la levûre initiale. Rien de pareil n'est signalé, ni dans les analyses de M. Pasteur, ni dans celles des nombreux savants qui se sont occupés de la composition chimique de la levûre. Ce qui paraît acquis, c'est que la levûre se nourrit et se multiplie, comme les autres végétaux, en formant de la cellulose, des matières grasses et des corps protéiques.

» Or, la cellulose diffère du sucre uniquement par les éléments de l'eau : elle ne lui a donc pas emprunté un excès d'oxygène.

» Les matières grasses sont moins oxydées que le sucre : leur formation ne saurait donc être attribuée qu'à une action réductrice, ce qui est le contraire d'une oxydation.

» Enfin, les principes protéiques contenus dans la levûre, d'après les analyses de Mulder et de Schlossberger (citées dans le remarquable Ouvrage de M. Schützenberger sur *les Fermentations*, p. 56), s'ils dérivent du sucre, ne sauraient résulter que d'une réduction ; car, en retranchant de leur composition l'oxygène à l'état d'eau, l'azote à l'état d'ammoniaque, il reste du carbone et un excès d'hydrogène, tandis que le sucre a la composition d'un hydrate de carbone [1].

---

[1] La matière protéique de la levûre renferme :

	Schlossberger.	Mulder.
C.	55,5	53,3
H.	7,5	7,0
Az.	13,9	16,0
O.	23,1	23,7
Hydrogène correspondant à l'oxygène.	2,9	3,0
» » à l'azote...	3,0	3,4
Excès d'hydrogène........	1,6	0,6

» Ce sont là des faits sérieux, positifs, acquis à la Science d'aujourd'hui. Aucune fraction d'oxygène ne semble donc avoir été empruntée au sucre par la levûre, *de préférence aux autres éléments*, pendant la fermentation alcoolique. La nutrition de ce végétal, de même que celle des autres plantes, résulte d'un ensemble complexe de transformations chimiques, ensemble qu'il serait, je crois, prématuré et même nuisible aux progrès de la Science de simplifier par la clarté apparente d'une pure supposition, fondée sur une antithèse physiologique. Assez de belles découvertes ont fondé la renommée de M. Pasteur, pour qu'il puisse renoncer sans dommage à une théorie si peu justifiée par les faits. »

M. **A. d'Abbadie** fait hommage à l'Académie d'une Brochure qu'il vient de publier, sous le titre « Instruments à employer en voyage et manière de s'en servir ». (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie*, août 1878.)

M. **Vulpian** présente à l'Académie un Ouvrage posthume de *Claude Bernard*, portant pour titre : « Cours de Médecine du Collége de France. Leçons de Physiologie opératoire ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *G. Delafosse*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Delesse obtient	. . . .	43 suffrages.
M. A. Gaudry »	. . . .	9 »
M. Lory »	. . . .	6 »
M. F. Fouqué »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Delesse**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Sur un Isopode gigantesque des grandes profondeurs de la mer.* Mémoire de M. **ALPH. MILNE-EDWARDS.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard.)

« A plusieurs reprises, le gouvernement des États-Unis a fait exécuter de nombreux draguages dans les mers américaines, et dernièrement il a chargé M. Alex. Agassiz d'aller explorer le lit du Gulf-Stream, dans le détroit de la Floride, entre la pointe sud de cette dernière province et l'île de Cuba. En décembre 1877, ce naturaliste s'embarqua à bord du steamer *Blake* et fit une série de draguages, dont quelques-uns furent poussés à près de 2000 brasses et ramenèrent une quantité considérable d'animaux. M. A. Agassiz, avec l'assentiment de l'administration du *Coast Survey* des États-Unis, m'a envoyé tous les Crustacés recueillis pendant cette croisière, et il m'a prié d'en faire l'étude. Cette collection est des plus nombreuses et des plus riches; elle me fournira les éléments d'un travail dont j'aurai l'honneur, dans quelque temps, de faire connaître à l'Académie les résultats généraux; mais, aujourd'hui, je me bornerai à appeler son attention sur un des animaux les plus extraordinaires de ceux que je dois à M. A. Agassiz : c'est un gigantesque Isopode pêché à 955 brasses au nord-est du banc du Yucatan, au nord des Tortugas [1].

» Cet Isopode, auquel j'ai donné le nom de *Bathynomus giganteus,* n'est pas seulement remarquable par ses dimensions relativement énormes (il mesure, en effet, près de $0^m,23$ de long sur $0^m,10$ de large), mais aussi par la disposition spéciale de son appareil respiratoire, très-différent de celui de tous les autres Crustacés connus.

» Il semble que l'appareil respiratoire d'un Isopode ordinaire aurait été insuffisant pour subvenir aux besoins physiologiques du Bathynome, et qu'il lui ait fallu l'adjonction d'instruments spéciaux d'une puissance fonctionnelle plus grande. Les fausses pattes abdominales, qui d'ordinaire, dans ce groupe, constituent à elles seules l'appareil branchial, ne forment, chez le Bathynome, qu'une sorte de système operculaire au-dessous duquel se trou-

---

[1] Voyez, à ce sujet, A. AGASSIZ, *Letter n° 1 to C.-P. Patterson, sup. Coast Survey, on the dredging operations of the U. S. Survey Sr.* Blake *during parts of january and february* 1878 (*Bulletin of the Museum of comparative Zoology*, Cambridge, t. V, p. 4).

vent les véritables organes de la respiration, ou branchies. Celles-ci, considérées individuellement, ressemblent à de petits arbres ou à des panaches naissant par des tiges qui se divisent de plus en plus et constituent ainsi un véritable chevelu. Quand on les examine à la loupe, on voit qu'elles forment un certain nombre de faisceaux distincts et plus ou moins développés, que chacun de ces faisceaux naît par un pédoncule tubulaire à parois membraneuses et flexibles, qui bientôt fournit d'autres troncs; ceux-ci ne tardent pas à se résoudre en une quantité d'appendices allongés, presque semblables entre eux, mais disposés sans régularité et ayant l'apparence d'un fuseau à parois délicates.

» Si l'on injecte un liquide coloré dans le sinus situé à la base des pattes branchiales, on remplit facilement tout ce système et l'on peut suivre la marche du liquide non-seulement dans l'arbre branchial, mais aussi dans un réseau irrégulier, creusé dans l'épaisseur de chacun des feuillets des fausses pattes abdominales, et comparable à l'appareil branchial tout entier des Isopodes ordinaires. Un vaisseau marginal sert à recueillir le sang qui a respiré et le verse dans le tronc branchio-cardiaque.

» Chez tous les Isopodes, au contraire, les fausses pattes abdominales sont très-simples, et, quand elles se compliquent pour servir aux besoins d'une respiration plus active, c'est par le plissement toujours rudimentaire de la lame postérieure de ces membres.

» On connaît cependant deux genres d'Isopodes où des appendices rameux se montrent sur les côtés du corps; ce sont les genres Jone et Képon, de la famille des Bopyrides; mais entre cet appareil rudimentaire et celui du Bathynome il y a des différences fondamentales, non-seulement dans la position des panaches branchiaux, mais aussi dans leur structure.

» Par sa conformation générale, le groupement de ses anneaux, la composition des pièces de sa bouche et la disposition de ses pattes, le Bathynome appartient incontestablement à la division des Isopodes marcheurs; il se distingue des Sphéromiens par ses articles abdominaux libres et par le développement de sa nageoire caudale. Ces particularités le rapprochent des Cymothoadiens, et, parmi ceux-ci, des Cymothoadiens errants; mais il offre dans la conformation de la tête, des antennes et des yeux certains caractères qui l'isolent de tous les groupes connus. Les yeux sont très-développés, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer chez un animal vivant à une aussi grande profondeur et dans un milieu très-obscur; ils sont formés chacun de près de quatre mille facettes carrées, et, au lieu d'être placés sur le dessus de la tête, comme chez tous les Cymothoadiens

errants, ils occupent sa face inférieure et ils sont logés au-dessous du bord frontal, de chaque côté de la base des antennes.

» Par la forme des pièces de la bouche, le Bathynome se rapproche plus des Cirolanes que des autres représentants du même groupe; par la disposition des pattes, il présente des ressemblances avec ces derniers Crustacés et avec les Œga. Mais les caractères organiques que j'ai indiqués plus haut me paraissent assez importants pour séparer le Bathynome de tous les autres Isopodes et pour le ranger dans une famille nouvelle du groupe des Cymothoadiens, que je proposerai de désigner sous le nom de *Cymothoadiens branchifères*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur le parallélisme des axes de rotation.* Note de M. G. Sire.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Faye, Bertrand, Tresca.)

« On a un exemple simple et très-net de la tendance au parallélisme des axes de rotation, dans l'expérience suivante :

» On prend un tore tournant autour d'un axe disposé suivant le diamètre d'une chape circulaire. A l'aide d'un anneau convenablement relié à cette chape, on suspend le tout à une corde suffisamment résistante, de façon que l'axe de rotation du tore soit sur le prolongement de cette corde, qui peut avoir 50 à 60 centimètres de longueur et dont l'extrémité libre est tenue dans la main. L'expérience consiste à faire tourner tout ce système comme une fronde.

» Si le tore est sans rotation, il obéit à la force centrifuge, et son axe reste toujours sur le prolongement de la corde de suspension.

» Mais, si le tore tourne rapidement autour de son axe, il résiste à la force centrifuge, et l'on voit cet axe se placer presque normalement à la surface décrite par la corde, ou, plus exactement, on le voit prendre une position parallèle à l'axe de la rotation qui a lieu autour de la main, et de façon que ces deux rotations s'effectuent dans le même sens.

» Lorsqu'on intervertit le sens du mouvement de fronde, immédiatement le tore passe de l'autre côté de la surface décrite par la corde, et son axe occupe bientôt une position parallèle à la précédente.

» Cette expérience est surtout très-nette lorsqu'on donne au tore une

vitesse angulaire très-grande, au moyen d'un système de roues dentées engrenant avec un pignon fixé sur son axe. »

M. G. **Sire** adresse, en outre, une « Réponse aux observations de M. *Gruey*, sur la rotation d'un tore autour de deux axes rectangulaires ».

(Renvoi à la Commission précédente.)

M. E. **Reynier** adresse une réclamation de priorité au sujet de la lampe électrique présentée récemment par M. Ducretet.

A l'appui de cette réclamation, M. E. Reynier adresse l'extrait suivant du Mémoire annexé à son brevet ([1]):

« Le charbon, plongé dans une cuve remplie de mercure, est muni, à sa partie inférieure, d'un lest plein ou creux. Le système, plus léger que le volume de liquide déplacé, est poussé verticalement de bas en haut, de sorte que le charbon, guidé au besoin, progresse à mesure qu'il s'use, en butant sans cesse sur le *contact en bout*. Le mercure qui baigne le charbon constitue un *contact latéral* parfait, composé d'un nombre infini de points, entre lesquels se partage (selon la loi des dérivations) le courant transmis. La totalité de ce courant traverse la baguette de charbon entre la ligne d'émersion et le contact en bout.... »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C.-E. **Riboulet** adresse un Mémoire portant pour titre : « Moyens pratiques et économiques pour la fabrication du gaz d'éclairage, à grand pouvoir éclairant, et de l'hydrogène pur pour le chauffage ».

(Commissaires : MM. Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Berthelot.)

M. G. **Baker** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie un Mémoire manuscrit de M. *Haro*, « Sur une méthode économique de balnéation mise en usage au 69e régiment d'infanterie », s'exprime comme il suit :

« Les médecins militaires, justement préoccupés de tout ce qui touche à l'état hygiénique et à la santé du soldat, ont cherché depuis longtemps les moyens d'entretenir la troupe dans un état passable de propreté, en uti-

---

([1]) Brevets français, n° 122712. Addition du 18 novembre 1878.

lisant les modiques ressources dont les conseils d'administration des corps peuvent disposer à cet effet.

» M. le Dr Haro, médecin-major au 69e de ligne, a mis depuis quelque temps, avec le concours paternel et éclairé du colonel de ce régiment, en usage régulier, un mode aussi simple qu'économique d'entretenir parmi les soldats de ce régiment la propreté du corps, à un degré convenable.

» Le procédé consiste simplement à soumettre successivement chaque homme, placé debout dans un baquet d'eau chaude formant bain de pieds, à une douche pulvérulente d'eau chaude, pendant quelques minutes ; ainsi aspergé, l'homme se frotte ensuite le corps avec un fragment de savon noir et une brosse mise à sa disposition. Une seconde aspersion d'eau chaude rince complétement le baigneur, qui achève ses ablutions par un lavage de la figure à l'eau froide.

» Chaque jour, une compagnie de 80 à 100 hommes peut ainsi subir un lavage de propreté, et la dépense totale ne s'élève pas, par séance, à plus de $1^{fr},20$, soit $0^{fr},012$ par homme.

» Sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans plus de détails, on comprend immédiatement de quelle utilité serait, pour la santé de nos soldats, la généralisation de l'emploi de procédés si simples et si peu dispendieux.

» Je pense donc que le Mémoire de M. le Dr Haro mérite d'être renvoyé à la Commission qui sera nommée pour le Concours du prix des Arts insalubres. »

(Le Mémoire de M. Haro est renvoyé au Concours des Arts insalubres.)

M. de Lesseps présente à l'Académie, de la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, le premier Rapport de M. le commandant *Roudaire* sur les opérations de sondages qu'il a déjà exécutées dans l'isthme de Gabès.

A ce Rapport est joint le Tableau des couches géologiques qui ont été ramenées à la surface du sol.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Journal du Ciel, 14e année », publié par M. *J. Vinot.*

ASTRONOMIE. — *Sur l'existence de la planète intra-mercurielle indiquée par* Le Verrier. Note de M. **Th. von Oppolzer.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes calculs, qui démontrent, avec une très-grande probabilité, l'existence de la planète intra-mercurielle qui a toujours été supposée par Le Verrier.

» Les éléments de cette planète, dont les erreurs peuvent encore être assez fortes, sont les suivants :

Vulcain.

Époque 1850,0	1er janvier 1850
Anomalie moyenne M	356° 0'
Longitude du périhélie π	27.45
Longitude du nœud ☊	178. 0
Inclinaison i	7. 0
Mouvement diurne	22,789529
Log grand axe log a	9,0906

» Ces éléments s'accordent, d'une manière satisfaisante, avec toutes les observations des mois de mars et d'octobre, surtout si l'on considère que, pour les observations plus anciennes, il n'existe pas de données exactes sur les instants de l'observation, tandis que, là où l'on dispose de ces données, le calcul s'accorde presque exactement avec l'observation.

» Les observations dont je disposais sont celles qui ont été données par Le Verrier dans les *Comptes rendus* (t. LXXXIII) et une observation de Fritsch, à Quedlinburg, du 29 mars 1809, que j'ai trouvée dans le *Berliner Jahrbuch* pour 1805 (p. 240). Pour les observations dont l'heure n'était pas connue, j'ai supposé qu'elles avaient été faites à midi. Les erreurs, dans le sens observation-calcul, sont les suivantes :

		$d\lambda$		β
1800.	Mars 29	+ 0,6	(Fritsch)	+ 14'
1802.	Octobre 10	+ 0,4	(»)	− 14
1809.	Octobre 9	+ 0,2	(Stark)	− 13
1839.	Octobre 2	+ 0,5	(Decuppis)	− 7
1849.	Mars 12	− 0,8	(Sidebotham)	− 7
1857.	Septembre 12	+ 0,1	(Orth)	+ 7
1859.	Mars 26	0,0	(Lescarbault)	+ 10
1861.	Mars 20	+ 0,1	(Loomis)	+ 2

» Les éléments pourraient, sans doute, être encore un peu corrigés;

mais ils s'accordent bien avec les trois dernières observations, dont l'heure est connue.

» Quant à l'inclinaison et au nœud, on ne peut pas les déterminer avec beaucoup de sûreté, mais on peut toujours les considérer comme des valeurs approchées.

» Dans la colonne β, j'ai donné les latitudes qui résultent des éléments pour les longitudes des observations : ces valeurs montrent que, en effet, il y avait des passages aux jours indiqués.

» Cette planète ne peut être identique avec aucun des deux objets observés par M. Watson.

» Je dois, en outre, faire remarquer qu'on peut trouver encore deux autres solutions de ce problème, en augmentant ou en diminuant le mouvement diurne de $1°,972$, solutions qui s'accordent aussi à peu près avec les observations, mais qui laissent pourtant, surtout pour les observations assez sûres de Lescarbault et de Loomis, des erreurs beaucoup plus grandes. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses doubles en mouvement.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« On sait qu'il y a un certain nombre de *nébuleuses doubles et multiples;* peut-être est-ce là l'origine des systèmes d'étoiles doubles. Parmi ces nébuleuses, plusieurs sont en mouvement certain. Que le déplacement observé représente un mouvement orbital des deux composantes autour de leur centre commun de gravité, ou seulement une différence de mouvements propres, c'est ce que nous ne pouvons pas encore décider. Nous devons penser que, comme dans le cas des étoiles, les deux espèces de mouvements existent. Il ne faut pas s'attendre à trouver ici la précision des mesures micrométriques d'étoiles doubles; la nature même des nébuleuses s'y oppose. J'ai comparé les observations faites sur les cinq mille nébuleuses cataloguées, et, sur toutes les nébuleuses doubles, je n'ai reconnu que les suivantes qui manifestent un certain mouvement; encore le degré de sûreté est-il loin d'être le même pour les différents couples.

H. III, 228-229. H_2. 251-252. Æ 1880 : $2^h 34^m 43^s$. D. P : 81°47. Baleine.

1780	ΔÆ n. m.	Dist. $60'' \pm$ (Herschel I).
1865	$8^s \pm$	$112'' \pm$ (D'Arrest).

» Les deux composantes sont très-faibles et les mesures très-difficiles, de sorte que l'accroissement de distance, quoique probable, reste douteux.

H. III, 574-575. H₂ 294-295. $3^h 13^m 53^s$, 49°3′ (Persée).

1830. La précédente est la plus *australe*.... ΔÆ = 1^s (Herschel II.)

1862. La précédente est la plus *boréale*.... ΔÆ = 4^s (D'Arrest.)

» En trente ans, la situation des deux composantes a complétement changé. La plus petite, qui était au sud, est passée au nord, et la différence d'Æ, qui n'était que de 1 seconde, s'est élevée à 4 secondes. En 1862, la différence de Ⓓ était de 124 secondes.

H. II, 89. H_2. 316-317. $4^h 24^m 31^s$. 89°37′. Eridan.

1830.	Angle......	30 à 40°	Distance......	n. m.	(Herschel.)
1862.	»	80°	»	50″	(D'Arrest.)

» Rotation dans l'angle de 40 degrés environ. Il est regrettable que Herschel, qui a observé cette nébuleuse comme la précédente, n'ait donné aucune indication sur leur situation en 1780.

H. IV, 25. H_2 428. $6^h 58^m 29^s$. 101°9′. Grand Chien.

1828.	Angle......	125°	Distance......	12″	(Herschel II.)
1862.	»	120	»	4	(D'Arrest.)

» Curieuse étoile double, car ce n'est pas une nébuleuse proprement dite, c'est une étoile double enveloppée d'une nébuleuse. La plus brillante est de 11ᵉ grandeur; la seconde de 14ᵉ (= H_2 749). L'angle ne paraît pas avoir sensiblement varié; mais, si la mesure de H_2 est digne de foi, la distance a considérablement diminué. Intéressante à suivre.

H. II, 316-317. H_2, 444-445. $7^h 17^m 58^s$. 60°17′. Gémeaux.

		Distance.				Distance.	
1785.	Angle non mesuré.	60″ (H.)		1862.	Angle. 56°...	29″	(D'Arrest.)
1827.	Angle...... 45°	45	(H. II.)	1865.	» 58°...	32	(Schultz.)

» C'est la nébuleuse double dont le mouvement, tant en angle qu'en distance, est le mieux démontré. En quatre-vingts ans, la distance est descendue de 60″ à 30″ ±. Très-grande probabilité d'un couple physique. Il y a une petite étoile juste entre les deux composantes, de sorte que c'est là une espèce particulière de système triple.

H. I, 248. H_2, 983. $11^h 42^m 25^s$. 29°55′ Grande Ourse.

1790.	ΔÆ........	12^s	ΔⒹ..........	0″	(Herschel.)
1832.	»	11,6	»	45	(Herschel II.)
1866.	»	13,6	»	57	(D'Arrest.)

» En 1790, Herschel a remarqué qu'il n'y avait entre les deux composantes aucune différence de déclinaison. Ce n'est pas absolu, sans doute, mais, s'il y avait une différence, elle était certainement très-petite. La différence en Æ paraît augmenter aussi, car la mesure de Herschel n'est pas d'une précision absolue.

H. III, 394. H_2, 1065. $11^h 57^m 52^s$. 69°7. Lion.

1830.	Angle........	70°		s	(Herschel.)
1864.	»	90	ΔÆ..........	5,4	(D'Arrest.)

» L'angle a tourné de 20 degrés, car, deux fois en 1830, Herschel II a trouvé 70 degrés,

et, trois fois en 1864, d'Arrest a mesuré les deux composantes exactement sur le même parallèle. Il est probable que cette nébuleuse double = H. III, 394.

H. II, 751-752. H_2, 1905. $15^h 1^m 56^s$. 69°59'. Bouvier.

1829. Les axes des composantes sont sur une même ligne, et elles se touchent (H. II).
1848. Les deux composantes sont séparées (Lord Ross).
1850. Les deux composantes ne sont pas sur une même ligne (J. Stoney).
1855. La distance qui les sépare est considérable (Mitchell).
1861. Les axes ne sont pas parallèles, mais inclinés sur un angle de 16 degrés (Hunter).

» Quoiqu'il n'y ait pas eu de mesures micrometriques prises pour cette nébuleuse double, les indications et les dessins des Catalogues de J. Herschel et de lord Ross suffisent pour rendre très-probable, sinon certain, un mouvement relatif des composantes. Il paraît s'être produit un écartement et un déplacement de 16° ±.

M, 20. H. IV, 41. H_2, 1991. $17^h 55^m 4^s$. 113°2' Sagittaire.

Observateurs.		Observateurs.	
Messier	1780	Mason	1839
W. Herschel	1784	Lassell	1863
J. Herschel	1833	Winlock	1874
J. Herschel	1837	Holden	1875

» Nébuleuse triplement divisée, avec une étoile triple. Cette étoile, qui était isolée de la nébuleuse en 1833 et située dans un espace sombre formé par la jonction des trois canaux sombres, est aujourd'hui prise par la nébuleuse. De 1784 à 1833, elle était située centralement dans l'espace sombre entre les trois divisions; mais de 1839 à 1877 elle était sortie du centre pour pénétrer dans l'une des trois nébulosités. Ce changement doit être dû à un mouvement de la nébulosité qui s'est approchée de l'étoile, car la position de l'étoile triple, tant absolue que relative aux trois composantes, n'a pas changé.

M, 17. H_2, 2008. $18^h 13^m 43^s$. 106°13' Hercule.

Auteurs des mesures.		Auteurs des mesures.	
J. Herschel	1833	Lassell	1862
J. Herschel	1837	Trouvelot	1875
Lamont	1837	Holden	1875
Mason	1839		

» Il y a un très-grand nombre d'étoiles dans cette nébuleuse, qui est la fameuse nébuleuse *Oméga*, sorte de nébuleuse double rattachée par un fer à cheval. Les positions des principales de ces étoiles ont été soigneusement mesurées par ces divers observateurs. D'après une comparaison générale faite par le dernier, « la partie occidentale de cette nébuleuse s'est » mue relativement à ces étoiles, de 1833 à 1862 et aussi de 1862 à 1875, et toujours dans » la même direction ». Ce changement peut s'expliquer par un mouvement de toute la nébuleuse dans un plan perpendiculaire au rayon visuel, sur un axe dirigé vers l'étoile n° 8. Mais peut-être est-ce un simple mouvement propre.

H. II, 426-427. H_2. 2087-2089. $20^h 41^m 9^s$. 6°7'. Verseau.

1828.	ΔR	$5^s,7$	ΔD	82''	(Herschel II.)
1864.	»	5,3	»	61	(D'Arrest.)

» Nébuleuse multiple. Ces deux composantes paraissent s'être rapprochées; mais elles sont vagues, faibles et d'une mesure difficile.

H. III, 210-211.	H_2, 2202-2203.	22ʰ55ᵐ56ˢ.	74°40′ Pégase.
1828. ΔR.......	10ˢ,0	ΔD.......	37″ (Herschel II.)
1864. »	10,5	»	53 (D'Arrest.)

» La distance paraît augmenter, d'autant plus qu'en 1784 W. Herschel a recensé les deux composantes à la même position, ce qui porte à croire qu'elles étaient encore plus rapprochées. En 1864, d'Arrest a trouvé une troisième nébuleuse entre les deux. C'est donc une nébuleuse triple.

H. III, 855-856.	H_2, 2294-2295.	23ʰ55ᵐ20ˢ.	59°14′. Andromède.
1790. Angle.....	60°	Distance........	60″ (Herschel.)
1865. »	50	»	43 (D'Arrest.)

» La différence que l'on remarque entre les angles, ainsi que les distances de 1790 comparativement à 1865, indique un mouvement *probable*. Ce mouvement n'est pas *certain*, car les deux composantes de cette nébuleuse double sont extrêmement faibles et d'une mesure fort difficile. »

CHIMIE. — *Sur la formation des outremers organiques.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Dans un premier travail [1], j'ai donné un procédé général permettant de produire les outremers de différents métaux, en partant de l'outremer d'argent préparé comme l'a indiqué M. Heuman [2]; on chauffe ce composé, à sec, avec un chlorure métallique; il se forme du chlorure d'argent et l'outremer du nouveau métal qui a complétement remplacé l'argent.

» D'après la généralité de cette réaction, j'ai pensé qu'on pourrait obtenir des outremers organiques, en chauffant l'outremer d'argent avec les chlorures ou iodures des différents radicaux alcooliques.

» On fait réagir sur l'outremer d'argent, en vase clos, à 180 degrés, pendant cinquante à soixante heures, un excès d'éther iodhydrique, en ayant soin de fractionner l'opération; ainsi, on ouvre les tubes après dix ou quinze heures, on lave bien le produit à l'alcool, à l'hyposulfite de soude et à l'eau, et on le remet en présence d'un nouvel excès d'éther iodhydrique;

(1) *Bull. de la Soc. chim.*, t. XXX, p. 112.

(2) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. X, p. 991; *Bull. de la Soc. chim.*, t. XXVIII, p. 570.

on recommence le même traitement jusqu'à ce que le produit, bien lavé, ne contienne plus d'argent, ce métal ayant été enlevé à l'état d'iodure.

» La poudre ainsi obtenue est d'un gris clair un peu fauve; elle se décompose en donnant du sulfure d'éthyle, lorsqu'on la chauffe seule; ce dégagement se produit encore lorsqu'on porte la température au rouge.

» Si on l'a préalablement mélangée avec du chlorure de sodium pulvérisé, et que l'on chauffe fortement, il ne se dégage plus de sulfure d'éthyle, à aucune température, et le mélange, primitivement gris, devient bleu, en reproduisant l'outremer ordinaire avec tous ses caractères.

» Ce composé présente les propriétés des outremers métalliques que j'ai étudiés.

» Pour constater qu'il entre de l'éthyle dans la constitution de ce corps, j'ai recueilli dans du bichlorure de mercure les produits de sa décomposition par la chaleur; le précipité cristallin, soumis à l'analyse, a donné les résultats suivants, en centièmes :

		$(C^4H^5S)(HgCl)$.
C....................	13,5	13,3
H....................	2,9	2,8

» Le produit que j'ai obtenu est donc un véritable outremer d'éthyle.

» Des réactions analogues ont été répétées sur les iodures des autres radicaux alcooliques, ainsi que sur un certain nombre d'iodures d'ammonium quaternaires : elles ont abouti à des résultats semblables, que je poursuis et que je me propose de soumettre à l'Académie [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la séparation des éthylamines.* Note de MM. E. **Duvillier** et A. **Buisine**, présentée par M. Wurtz.

« Nous nous sommes placés, pour effectuer cette séparation, dans les conditions que Wallach et Boehringer [2] ont indiquées comme étant les meilleures pour préparer la diéthyloxamide. Pour cela, à une solution titrée, aqueuse et concentrée des bases éthylées, privées d'ammoniaque et obtenues par l'action du bromure d'éthyle sur l'ammoniaque alcoolique, nous avons ajouté lentement une quantité d'éther oxalique déterminée de

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Loir, à la Faculté des Sciences de Lyon.

(2) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VII, p. 1782; 1874.

manière à laisser un léger excès des bases dans le mélange, celui-ci étant maintenu dans la glace.

» Après vingt-quatre heures, on sépare par pression la diéthyloxamide formée et l'on distille au bain-marie les eaux mères très-alcalines, de manière à recueillir l'alcool et les bases qui n'ont pas réagi. Par refroidissement, il se dépose de la diéthyloxamide, qu'on sépare comme précédemment.

» Nous n'avons pas observé, dans les eaux mères, de la diéthyloxamide d'éther insoluble dans l'eau, indiquant la formation du diéthyloxamate d'éthyle; cependant le mélange des bases éthylées, sur lequel nous avons opéré, renfermait une notable proportion de diéthylamine. [Heintz (1) a fait remarquer que, en reprenant par l'eau le produit de l'action de l'éther oxalique sur un mélange de bases éthylées sèches, on pouvait ne pas observer la formation de diéthyloxamate d'éthyle, lors même que la diéthylamine existait en notable quantité dans le mélange des bases, mais que celle-ci se retrouvait dans l'eau à l'état d'acide diéthyloxamique, qu'il a séparé à l'état de sel de chaux.] Mais, par concentration des eaux mères de la diéthyloxamide, nous avons fini par obtenir un liquide sirupeux assez abondant, qui s'acidifiait peu à peu. Plusieurs opérations nous ont toujours fourni, chaque fois, une notable proportion de ce sirop, dont nous avons fait l'étude.

» Nous sommes parvenus à retirer toute la diéthylamine renfermée dans ce sirop, par un procédé très-simple. Pour cela, on additionne ce sirop de huit à dix fois son volume d'eau, et on le soumet à une forte ébullition pendant dix à douze heures, puis on le ramène à un petit volume. Par refroidissement, il laisse déposer une abondante cristallisation qu'on sépare. L'eau mère, bien moins sirupeuse, est additionnée d'eau, et soumise à une nouvelle ébullition ; elle cristallise de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à la fin.

» Tous les cristaux ainsi obtenus furent réunis; après quelques cristallisations, ils fournirent un sel cristallisé en belles aiguilles, de 3 à 4 centimètres de longueur, et répondant à la composition de l'oxalate acide de diéthylamine :

	Calculé.	Trouvé.
C^6	44,17	44,02
H^{13}	7,98	8,11
Az	8,58	8,77
O^4	39,27	»

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXVII, p. 43; 1864.

» En outre, il a fourni : acide oxalique libre, 27,60 pour 100 : théorie, 27,60 pour 100; et acide oxalique total, 54,94 pour 100 : théorie, 55,20 pour 100.

» Enfin une portion des cristaux a été décomposée par la potasse et les vapeurs ont été reçues dans l'acide chlorhydrique. Par addition de chlorure de platine, on a obtenu un chloroplatinate en gros cristaux orangés, ressemblant en tout au chloroplatinate de diéthylamine décrit par Hofmann. Ce sel a fourni 35,59 pour 100 de platine; la théorie demande 35,42.

» Cette formation d'oxalate acide de diéthylamine provient, sans aucun doute, de la transformation, sous l'action de l'eau, du diéthyloxamate d'éthyle en acide diéthyloxamique, qui, lui-même peu stable, fixe à son tour une molécule d'eau pendant la longue ébullition que l'on fait subir au sirop. On voit immédiatement le parti que l'on peut tirer de cette observation pour obtenir facilement pure la diéthylamine. En effet, il suffit de traiter une solution aqueuse d'éthylamine par l'éther oxalique, en évitant d'employer un excès de cet éther; l'éthylamine se sépare à l'état de diéthyloxamide des eaux mères de celle-ci; on retire la diéthylamine à l'état d'oxalate acide de diéthylamine, sel très-bien cristallisé.

» Nous croyons ce procédé plus avantageux que ceux proposés jusqu'à présent pour effectuer la séparation de la diéthylamine, puisque nous obtenons un corps parfaitement cristallisé, au lieu d'avoir à séparer, comme l'indiquent Wallach et West [1], les éthers monoéthyl- et diéthyl-oxamique obtenus par l'action des éthylamines sèches sur l'éther oxalique en excès, et dont les points d'ébullition ne diffèrent que de quelques degrés.

» Les méthylamines nous ont fourni, dans les mêmes conditions que les éthylamines, un sirop qui semble se conduire de même et dont nous poursuivons l'étude.

» Dans la préparation des éthylamines et des méthylamines, nous avons remarqué qu'il est indispensable de faire réagir une solution alcoolique d'ammoniaque sur les éthers bromhydrique ou nitrique, au lieu d'employer une solution aqueuse d'ammoniaque, comme l'a indiqué Carey Lea. Nous avons observé, en employant de l'ammoniaque aqueuse, même additionnée d'alcool de manière à rendre soluble le bromure d'éthyle, qu'il se formait toujours une très-notable quantité d'éther ordinaire aux dépens du bromure d'éthyle. Niederist [2] a, du reste, constaté que les combi-

(1) *Annalen der Chemie*, t. CLXXXIV, p. 62; 1876.

(2) *Annalen der Chemie*, t. CLXXXVI, p. 388; 1877.

naisons hallogéniques des radicaux alcooliques sont décomposées par l'eau, avec formation d'oxyde du radical et régénération de l'acide ([1]). »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau groupe de tiges fossiles silicifiées de l'époque houillère.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Pendant longtemps les *Sigillarinées*, représentées par les différents types connus sous les noms de *Sigillaire*, Brong., de *Diploxylon*, Corda, de *Sigillaria vascularis*, Binney, etc., sont restées en quelque sorte isolées, par leur structure interne, au milieu du règne végétal. En effet, leur tige est caractérisée, comme l'on sait ([2]), par un double développement du cylindre ligneux; la portion extérieure, formée de fibres *rayées*, est susceptible d'un accroissement centrifuge, illimité, comme dans les plantes dicotylédones ordinaires, tandis que la partie la plus interne, entièrement vasculaire et en contact avec la première, possède un développement centripète, plus ou moins prononcé, suivant les familles, mais toujours de courte durée.

» Cet accroissement centripète d'une partie du cylindre ligneux, dont il serait facile de retrouver des traces dans quelques plantes dicotylédones actuelles, ne paraît pas être un fait isolé et propre aux Sigillarinées; il se rencontre, en effet, bien plus fréquemment qu'on ne le croit parmi les végétaux de l'époque houillère.

» Déjà M. Williamson a signalé et décrit ([3]), sous le nom de *Lyginodendron Oldhamium* et d'*Heterangium Grievii*, deux genres de plantes qui offrent cet accroissement vasculaire particulier dirigé vers l'axe, et en même temps un cylindre ligneux plus extérieur, formé de fibres réticulées, *disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires* ([4]).

» L'étude des tiges silicifiées d'Autun m'a permis de compléter, à certains égards, les recherches du savant paléontologiste de Manchester, et, au point de vue de l'accroissement de l'axe ligneux, d'établir l'existence

---

([1]) Ce travail a été exécuté à la Faculté des Sciences de Lille.

([2]) Voir les Notes insérées dans les *Comptes rendus*, séances du 15 juillet et du 9 septembre 1878.

([3]) *On the organisation of the fossil plants of the coal measures*, Part. IV; 1872.

([4]) Depuis lors, l'auteur a ajouté il est vrai : « More recent researches have rendered it increasingly probable that *Heterangium Grievii* is a true Fern! » 1873.

d'une série de types parallèle à celle qui est offerte par les Sigillarinées, mais se rapprochant, d'un autre côté, des tiges de *Cordaites* par certains détails de structure.

» Les plantes formant ce nouveau groupe, et que je comprendrai sous le nom de *Poroxylées*, à cause de la nature de leur bois, présentent les trois types de tige décrits dans les Sigillarinées, savoir : *Sigillaire*, *Diploxylon* et *Sigillaria vascularis*.

» Les fibres qui composent le cylindre ligneux extérieur sont larges et présentent sur leurs faces, en contact avec les rayons médullaires, six ou sept rangées de ponctuations aréolées, disposées en quinconce et contiguës. Les rayons médullaires, très-développés en hauteur, sont formés de plusieurs assises de cellules allongées dans le sens transversal.

» L'écorce, variable dans sa structure, renferme presque toujours un cercle de canaux gommeux qui entoure le cylindre ligneux.

» Pour fixer les idées sur ce nouveau groupe, je donnerai la description succincte d'un rameau et d'un pétiole appartenant au type Sigillaire.

» *Rameau*. — Le centre est occupé par une large moelle, non divisée en diaphragmes comme celle des *Cordaites*, et qui souvent est parcourue longitudinalement par des canaux gommeux ; les cellules qui la composent sont d'assez grandes dimensions, et ont la forme de prismes polygonaux, disposés en files verticales. Elle est entourée par un cercle de faisceaux vasculaires, disposé comme celui des Sigillaires et en contact immédiat avec les coins de bois qui forment le cylindre ligneux proprement dit ; les éléments les plus déliés de ces faisceaux sont tournés vers l'extérieur de la tige et formés de vaisseaux scalariformes et de trachées.

» Le bois se compose de fibres d'un diamètre considérable, $0^{mm},07$ à $0^{mm},08$, disposées en séries rayonnantes, et séparées par des rayons médullaires de quinze ou vingt rangées de cellules en hauteur et de deux ou trois rangées en épaisseur.

» Les ponctuations qui marquent les parois latérales des fibres ligneuses se touchent par leurs bords ; elles sont disposées en quinconce, au nombre de six ou sept rangées sur une même face, et aréolées. Le pore central a la forme d'une fente un peu oblique par rapport à l'axe de la fibre ; cette fente, plus ou moins ouverte suivant l'état de conservation de l'échantillon, peut prendre la forme d'une ellipse ou s'élargir au point de donner aux ponctuations l'aspect d'un réseau à mailles hexagonales.

» L'écorce se compose d'une couche parenchymateuse, formée d'un tissu lâche et parcourue verticalement par des canaux gommeux disposés en cercle

sur deux ou trois rangs. Plus extérieurement, les cellules deviennent plus petites et plus allongées, et sont limitées par une couche de tissu hypodermique qui envoie vers l'intérieur du parenchyme cortical des prolongements rappelant ceux que l'on observe dans les jeunes rameaux de *Cordaites*.

» *Pétiole*. — Sur une coupe transversale, le pétiole se présente avec une forme lunulée caractéristique, la convexité tournée en bas; au centre, le faisceau ligneux, légèrement arqué, se montre formé de deux parties distinctes superposées ; en dessus se trouvent les faisceaux vasculaires, composés de vaisseaux scalariformes et de trachées, ces dernières en contact avec la partie *ligneuse* qui constitue la région inférieure du faisceau; celle-ci est formée de fibres ponctuées, disposées en série rayonnante. Le faisceau ligneux se trouve séparé de haut en bas par trois lames de tissu cellulaire assez épaisses, comme s'il subissait déjà dans le pétiole une division préalable avant de pénétrer dans le limbe de la feuille; cette circonstance permettra peut-être de rattacher à ce dernier la feuille qu'il portait. L'écorce présente exactement toutes les particularités signalées précédemment dans le rameau. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie des Châtaigniers*. Note de M. J. DE SEYNES, présentée par M. Duchartre.

« Pendant un séjour dans les Cévennes, j'ai fait sur la maladie des Châtaigniers quelques observations que je crois devoir communiquer à l'Académie. Mon maître et ami M. Planchon a donné les caractères de cette maladie (séance du 22 octobre 1878); je n'y reviendrai pas.

» J'ai surtout examiné les points d'attaque habituels des parasites, c'est-à-dire les feuilles et les racines de l'arbre malade. En septembre, les feuilles présentaient en abondance le *Septoria Castaneæ*, Lev., leur hôte habituel au moment de leur chute; mais l'apparition un peu hâtive de ce Champignon ne pouvait alors nuire à l'arbre. Les racines sont les organes sérieusement atteints, et parfois au point de rappeler la destruction des pommes de terre par le *Peronospora*. Sur les fibrilles radicellaires de quelques arbres j'ai vu, mais rarement, un mycélium blanc, hyménoïde, d'un aspect analogue à celui qu'a décrit M. Planchon en l'attribuant à un *Rhizoctonia ;* l'étude micrographique ne m'a pas permis de constater un lien direct entre sa présence et la destruction très-manifeste du

tissu des racines. Tout accolé qu'il soit contre ces organes, il ne les pénètre pas et ne semble pas jouer ici un rôle plus actif que les mycéliums, connus sous le nom d'*Himantia*, qui dessinent sur les feuilles mortes d'élégantes figures dendroïdes.

» Les racines que j'ai examinées, depuis les plus fines divisions du chevelu jusqu'à celles qui ont la grosseur d'une plume d'oie, peuvent, aussi bien que les plus grosses, être atteintes de la gangrène humide décrite par M. Planchon; les plus jeunes sont alors bosselées, variqueuses, et, chez toutes, les cellules se remplissent de la matière jaune brunâtre caractéristique de la décomposition des tissus végétaux et de leur contenu. La coloration noirâtre qui en résulte est si intense, que l'examen micrographique est impossible sans l'emploi de réactifs qui dissolvent cette matière et rendent aux tissus leur transparence; on voit alors distinctement un mycélium brun qui forme des réseaux à mailles inégales, plus ou moins serrées, ou des intrications pelotonnées assez denses. D'un autre côté, il est facile de suivre ce mycélium à la surface de tissus encore sains qui ont conservé assez de transparence pour être examinés sans l'emploi des réactifs; on le voit aussi installé dans les cellules du parenchyme cortical, que son action continuée réduira à l'état des précédents échantillons. Un autre caractère qui trahit l'action successive du parasite, c'est la forme qu'affectent les jeunes radicelles fortement atteintes: leur développement en longueur a été arrêté, mais une multiplication de cellules augmente leur diamètre et elles finissent par affecter la forme d'une olive tenant à la racine mère par un pédicule. Tels sont les symptômes les plus apparents de la maladie.

» Le mycélium dont j'ai constaté la présence sur toutes les racines que j'ai examinées est analogue à celui de certains Dématiés ou du *Zasmidium cellare;* il se présente sous deux formes : tantôt rigide, à parois assez épaisses, à cloisons espacées, d'une teinte brune tournant au noir, tantôt flexueux, à cloisons plus rapprochées et d'un brun plus pâle. La continuité organique de ces deux formes est facile à observer : la première est propre aux filaments libres qui s'implantent sur la racine ou en sortent; la dernière est celle des filaments fixés le long des racines ou serpentant à l'intérieur.

» Les réseaux formés par ce mycélium à l'extérieur des racines sont faciles à observer; leur action sur la paroi cellulaire est manifestée par l'action de la potasse caustique à chaud, qui attaque cette paroi beaucoup plus facilement que dans l'état ordinaire. Toutefois, la destruction du parenchyme cortical ne s'opère pas seulement par l'action assimilatrice du parasite, exercée de dehors en dedans; on peut s'assurer que le mycélium pénètre

dans les cellules elles-mêmes. Ses filaments, arrivés dans la cellule, tantôt la traversent sans se modifier, tantôt s'y arrêtent; ils en font le tour en s'appliquant contre la paroi, reviennent plusieurs fois sur eux-mêmes, s'anastomosent, se cloisonnent et forment un tout continu qui remplit la cellule et qui offre l'aspect d'une mosaïque à fragments irréguliers; d'autres fois, ces filaments se renflent, deviennent variqueux ou présentent des ampoules terminales. En résumé, le mycélium parasite forme un réseau superficiel et un réseau profond qui détruisent les couches cellulaires de la racine, les plus riches en protoplasma; les fibres libériennes et ligneuses ne sont pas attaquées. Les filaments de ce mycélium se réunissent-ils pour former par leur association des corps radiciformes, connus sous le nom de *Rhizomorpha,* que l'on surprend quelquefois dans les préparations et qui offrent la même teinte? C'est probable, mais je n'en suis pas encore assez sûr pour pouvoir l'affirmer.

» L'intervention active de ce Champignon dans la maladie des Châtaigniers ne me paraît pas attendre d'autre confirmation que celle qui résultera d'études faites sur des racines provenant de localités éloignées; j'espère combler bientôt cette lacune et établir à quelle espèce il appartient. J'ai reconnu plusieurs fois, en relation avec le mycélium, des corps dont la disposition rappelle des pycnides ou des périthèces en voie de formation; il sera donc possible de les voir à maturité.

» Les observations qui précèdent ont été faites sur des arbres situés, les uns dans un sol sablonneux, élevé, aride, les autres dans des prairies arrosées; je ne puis donc voir dans l'irrigation une cause occasionnelle de la maladie. Les conditions atmosphériques de ces dernières années me paraissent suffisamment expliquer le développement rapide du parasite. Les pluies de la fin d'août et du mois de septembre se sont reportées sur le mois de juillet. En septembre, quand l'arbre avait le plus besoin d'eau pour développer et mûrir ses fruits, il subissait deux causes d'épuisement, l'évaporation et la concentration de matériaux nutritifs dans le fruit: de là des troubles dans le travail d'assimilation et d'échange des cellules qui favorisaient le développement des parasites. Les *Septoria* ont pullulé sur les feuilles; le Champignon dont j'ai décrit le mycélium a envahi les racines, augmentant encore la gêne des fonctions essentielles à la nutrition des tissus, gêne qui assure son facile développement. Rendre au Châtaignier plus de vigueur pour qu'il régénère ses radicelles et qu'il lutte plus sûrement contre l'envahissement du parasite semble être la première indication à remplir au moyen d'engrais appropriés. Si, avant de fumer, on déchaus-

sait l'arbre en supprimant une partie du chevelu, qu'on brûlerait, on aurait quelque chance, non pas de détruire le parasite, mais de limiter son action. On pourrait tout d'abord l'essayer d'une manière empirique, jusqu'à ce que ce procédé fût rendu plus rationnel par l'étude de la marche du parasite; s'il attaque, par exemple, les racines superficielles avant les plus profondes, l'émondage des racines et l'écobuage pratiqués à temps pourraient avoir un effet bien plus décisif. »

PHYSIOLOGIE. — *De la greffe dentaire*. Note de M. **Th. David**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie les conclusions de nos études sur la greffe dentaire ([1]).

» Un point que nous croyons avoir définitivement établi, c'est que la réimplantation et la transplantation des dents ne réussissent que par un processus d'ordre *vital*, celui de la *greffe*. Cette greffe se fait, dans la plupart des cas, par l'intermédiaire du périoste alvéolo-dentaire exclusivement, et exceptionnellement (dents jeunes, à racine encore incomplétement formée) par le périoste et par la pulpe; elle a pour condition essentielle de succès la vitalité et l'intégrité de ces parties. Ainsi se trouve justifié le terme générique de *greffe dentaire*, sous lequel nous avons désigné ces opérations.

» La greffe dentaire une fois établie, nous en avons étudié les espèces, principalement celles qui présentent un intérêt chirurgical et que nous avons désignées de la façon suivante :

1° La greffe par restitution		réimplantation.	
2° La greffe d'emprunt	autoplastique	transposition.	
	hétéroplastique	transplantation	humaine.
			animale.

» *a*. — La *greffe par restitution*, ou réimplantation combinée avec l'extraction, devient un procédé qui permet de faire subir aux dents des opérations

([1]) *Étude sur la greffe dentaire*. Thèse de doctorat. Paris, 1877. — *Du sort de la pulpe dans les opérations de greffe dentaire* (Société de Biologie, le 9 novembre 1878). — *Contribution à l'étude clinique de la greffe dentaire* (Mémoire lu à l'Académie de Médecine, le 19 novembre 1878). Bien des auteurs se sont occupés avant nous de la réimplantation et de la transplantation des dents; citons entre autres Hunter, Delabarre..., etc., et plus récemment notre maître, le Dr Magitot (voir à ce sujet l'historique fait dans notre Thèse).

qui auraient été impraticables dans la bouche. Nous avons personnellement appliqué ce procédé opératoire :

» 1° Au redressement de certaines anomalies de direction;

» 2° Au traitement de certaines caries, dont le siége ne nous permettait pas d'atteindre la pulpe pour la détruire et de pratiquer sur place une bonne obturation;

» 3° Au traitement de quelques formes de périostite alvéolo-dentaire, lorsque cette affection reste limitée au sommet de la racine. Il permet de réséquer sur celle-ci les parties affectées, comme on le fait sur les os malades, et, seule, cette résection peut radicalement guérir les lésions de voisinage qui accompagnent si souvent la périostite chronique du sommet (ostéite, nécroses, fistules, etc.). L'isolement permet, en outre, d'obturer la dent, si elle est cariée.

» 4° On pourrait encore le mettre à profit pour faciliter certaines opérations à exécuter sur une autre dent ou sur un autre point quelconque de la bouche.

» La consolidation de la dent réintégrée dans son alvéole se fait, en moyenne, du dixième au douzième jour. Elle est plus rapide lorsque les racines sont saines (deuxième ou troisième jour). Dans les cas de périostite, elle est plus lente, et alors, principalement lorsqu'il existe des lésions osseuses de voisinage, l'existence et l'entretien pendant quelques jours d'une fistule dentaire bien établie prennent une importance capitale. C'est que la suppuration peut librement s'écouler au dehors, sans venir troubler les phénomènes organiques qui se passent entre la racine et l'alvéole [1].

» Ainsi rendu méthodique, ce procédé nous paraît reculer à ses dernières limites la curabilité des affections dentaires. Il nous a donné un seul insuccès sur vingt-deux cas..

» *b.* — La *greffe d'emprunt* permet de substituer une dent saine à une dent altérée.

» Pour ce qui concerne la *transplantation animale*, aucune espèce zoologique n'a pu, jusqu'à présent, nous fournir des dents semblables aux nôtres par leur forme, leurs dimensions, leur couleur, etc. On pourrait néanmoins,

---

[1] A l'écoulement du pus par l'alvéole est dû notre unique insuccès. Les lésions de voisinage, les fistules, etc., guérissent, en général, peu de temps après la consolidation. La guérison se maintient, pour nos premières observations, depuis plus de deux ans; elle a été constatée encore parfaite, par d'autres auteurs, dix et même seize années après l'opération.

en suivant cette voie, transplanter, à la place de racines condamnées à l'extraction ou inutiles, des racines saines qui serviraient de base solide pour l'application de dents artificielles, dites à pivot.

» La *transplantation humaine* entraîne, d'une façon générale, une mutilation que nous n'oserions préconiser. Mais il ne saurait être défendu d'utiliser à cet égard une dent saine dont l'extraction est devenue nécessaire ([1]).

» C'est dans la même mesure que l'on doit pratiquer la *transposition* d'une dent à une autre du même sujet. »

PHYSIOLOGIE. — *De la greffe animale, dans ses applications à la thérapeutique de certaines lésions de l'appareil dentaire.* Note de M. E. MAGITOT, présentée par M. Gosselin. (Extrait.)

« Dans une Communication antérieure ([2]), j'ai présenté à l'Académie, en commun avec un physiologiste regretté, Ch. Legros, des faits de greffe de follicules dentaires chez certaines espèces de mammifères. Aujourd'hui, j'aborderai un nouveau problème, celui de la greffe d'organes dentaires adultes, et, cette fois, l'expérience est de nature à recevoir des applications pratiques.

» La greffe pratiquée aux dépens des organes dentaires se divise en plusieurs variétés. Une première catégorie comprend les greffes de dents enlevées de leurs alvéoles et réimplantées soit de suite, soit après un temps plus ou moins long. C'est la *greffe par restitution*. Elle est ou *immédiate* ou *tardive*. Dans un second groupe, se placent les cas de dents enlevées de leurs alvéoles et transplantées dans un autre, soit chez le même sujet, soit chez un sujet différent; c'est la *greffe par transposition*. Enfin, dans une troisième catégorie se placent les faits de greffes de dents sur divers points du corps autres que les mâchoires. Les expériences de Hunter, d'A. Cooper, de Philipeaux, etc., en sont des exemples. Ce sera la *greffe hétérotopique*.

» Dans la Communication présente, je me bornerai à présenter des faits

([1]) Pour favoriser l'arrangement régulier des dents antérieures, on est quelquefois obligé de faire le sacrifice de l'une d'elles; celle-ci peut alors être utilisée comme *scion*. C'est ce que nous avons fait dans deux cas. Nous avons substitué, avec un succès complet, chez une personne âgée de dix-sept ans, aux deux incisives latérales supérieures complétement cariées, deux canines inférieures, prises sur des sujets différents.

([2]) *Comptes rendus*, 1874, 2 février.

de greffe par restitution, mais comprenant une variété particulière. Il s'agit, en effet, dans un but thérapeutique, d'enlever un organe à ses connexions normales, d'en supprimer par résection une partie malade, et de réintégrer l'autre partie restée saine en son lieu primitif. C'est une combinaison de la greffe et de la résection (1).

» Mes expériences remontent à 1875. Les trois premières ont été publiées à cette époque (*Gazette des hôpitaux*, 1875, p. 35 et suiv.). D'autres figurent dans la Thèse inaugurale de deux de mes élèves, le Dr Pietkiewicz (*Thèses de Paris*, 1876), et le Dr David (*Thèses de Paris*, 1877). Aujourd'hui le nombre de ces opérations atteint le chiffre de 62.

» L'indication chirurgicale de la greffe combinée à la résection repose essentiellement sur le diagnostic d'une lésion spéciale de l'extrémité radiculaire des dents, caractérisée par la *périostite chronique du sommet*, c'est-à-dire inflammation du feuillet périostique, dénudation et nécrose du cément sous-jacent, résorption de l'ivoire. C'est une sorte de mortification de la racine.

» Le processus morbide consiste dans une série d'accidents particuliers : phlegmon de la gencive ou de la face, dénudation et nécrose du bord alvéolaire, fistules muqueuses ou cutanées, etc. Ces accidents revêtent tantôt la forme chronique, tantôt la forme intermittente, et ils peuvent, abandonnés à eux-mêmes, avoir pour conséquences des désordres graves, des difformités et des cicatrices de la face, et des accidents généraux qui peuvent mettre en question la vie des malades.

» Le but thérapeutique, en présence d'une lésion ainsi définie, est la suppression du sommet radiculaire mortifié, qui joue le rôle d'épine inflammatoire. Or, cette suppression n'étant pas réalisable directement, une nécessité s'impose, c'est l'ablation préalable de la totalité de l'organe, permettant de pratiquer en dehors de l'économie la résection de cette portion altérée. C'est à ce moment qu'intervient la greffe, qui permet la restitution de la partie restée saine de l'organe, en son lieu primitif.

» Le manuel opératoire comprend trois temps : 1° ablation totale de la dent chez laquelle le diagnostic d'une périostite chronique du sommet a

(1) La première tentative de ce genre appartient au Dr Delabarre, qui, ayant pratiqué l'ablation d'une dent cause d'abcès et de fistule, fit la résection d'une partie de la racine et la réimplanta avec un plein succès (*Annales du Cercle médical*, 1820, 1re partie, p. 323). La seconde est celle du professeur Alquié, de Montpellier qui, en 1858, guérit par la même opération une fistule ancienne du menton (*Bulletin de Thérapeutique*, 30 mars 1858).

été établi; 2° résection chirurgicale de la portion altérée; 3° réimplantation immédiate [1].

» Les soins consécutifs consistent dans l'application, quelquefois nécessaire, de moyens contentifs (gouttière en gutta-percha), le drainage du foyer, l'ablation de portions alvéolaires mortifiées, etc.; mais les suites de l'opération sont ordinairement très-simples. Lorsque la consolidation de la greffe s'effectue, il se produit une légère réaction locale, peu ou pas de phénomènes généraux; les fistules se ferment, le foyer se tarit, et la consolidation complète s'accomplit dans un temps variant de huit à quinze jours. Lorsque, au contraire, la tentative est suivie d'insuccès, la greffe est, dès les premiers jours, éliminée purement et simplement par la suppuration.

» Les résultats que m'a donnés cette méthode opératoire sont établis par les chiffres suivants : 62 opérations ont été faites; 57 guérisons définitives ont été constatées, soit une proportion de succès d'environ 92 pour 100 [2].

» *Conclusions.* — 1° La périostite chronique du sommet de la racine des dents, compliquée de lésions de voisinage, phlegmons, abcès, dénudations et nécroses des maxillaires, fistules simples ou multiples, jusqu'ici traitée par l'ablation pure et simple, n'est pas au-dessus des ressources de la thérapeutique conservatrice.

» 2° Le traitement consiste dans la résection de la portion affectée de la racine, après ablation temporaire de la dent, et suivie de sa réimplantation immédiate, ou *greffe par restitution*.

» 3° La guérison a pour résultat la cessation de tous les accidents, la consolidation définitive de l'organe, par le retour complet de ses connexions vasculaires et le rétablissement de ses usages. »

---

(1) Incidemment, entre le deuxième et le troisième temps, le chirurgien pourra pratiquer avant la greffe diverses autres opérations: lavages du foyer purulent, ablation de séquestres, et sur la dent même, résection de certaines portions de la couronne, obturation dans le cas de caries, etc.

(2) Des guérisons datant de deux années et demie, deux ans, figurent en grand nombre dans nos relevés. L'âge des sujets ne paraît avoir exercé sur les résultats aucune influence, et toutes les espèces de dents ont pu être indifféremment réséquées et greffées. Dans un bon nombre de cas, la périostite du sommet n'était accompagnée d'aucune carie concomitante; dans d'autres, une carie coexistante a pu être obturée hors de la bouche.

M. J.-A. Le Doré adresse une Note concernant le pansement des blessures et des plaies par le charbon en poudre.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1878.

Cours de Médecine du Collége de France. Leçons de Physiologie opératoire; par Claude Bernard. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

Instruments à employer en voyage et manière de s'en servir; par M. Ant. d'Abbadie. Paris, Delagrave, 1878; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*)

Nouveau dictionnaire de Médecine et Chirurgie pratiques, publié sous la direction de M. Jaccoud; t. XXVI, PAR-PER. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5ᵉ série, t. II, 1877. Besançon, impr. Dodivers, 1878; in-8°.

Journal du Ciel; par J. Vinot; 14ᵉ année. Paris, bureaux cour de Rohan, 1878; in-8°.

Description d'un flotteur automobile; par A. Guiot. Paris, 1878; br. in-8°.

Paléontologie française, ou description des fossiles de la France; 2ᵉ série : *Végétaux. Terrain jurassique;* livr. 27 : *Conifères ou Aciculariées; par* M. le comte de Saporta. Texte : feuilles 22 et 23; Planches 44, 52 à 57 du t. III. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Note sur l'invasion des sauterelles en Algérie (janvier-août 1877); *par* M. H. Brocard. Versailles, impr. E. Aubert, sans date; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Delesse* pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *G. Delafosse*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Delesse** prend place parmi ses confrères.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'établissement des arches de pont, réalisant le maximum de stabilité;* par M. **Yvon Villarceau.**

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est la suite de deux Mémoires présentés dans les séances des 10 novembre 1845 et 14 décembre 1846, et que l'Académie, sur les Rapports de Lamé et de Poncelet, a jugés dignes de l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers* (1853, tome XII).

» Admis à faire partie du personnel de l'Observatoire en 1846, j'ai dû renoncer momentanément à poursuivre des recherches étrangères à l'As-

tronomie : les bases de la théorie des arches de pont avaient d'ailleurs été posées assez exactement, pour qu'il ne restât qu'à faciliter leurs applications. Tel est l'objet du présent Mémoire.

» Que l'Académie veuille bien me permettre de résumer en quelques mots mon premier travail et de lui rappeler les applications qui ont été faites de la nouvelle théorie, ainsi que les controverses que cette théorie a soulevées; elle se rendra compte exactement de ce qu'il restait à faire dans l'intérêt des applications.

» En 1845, notre illustre et regretté confrère Lamé n'avait pas encore publié son important ouvrage sur l'élasticité; le passage de son Rapport sur mon premier Mémoire, qui se rapporte à l'*action normale* des surcharges permanentes sur l'extrados d'une voûte, nous paraît témoigner que sa théorie de l'élasticité était loin alors d'avoir atteint le degré de perfection qu'on lui reconnaît aujourd'hui. Dans l'impossibilité d'appuyer la théorie des voûtes sur des bases qui manquaient à cette époque, j'ai eu recours à des artifices qui m'ont cependant permis de poser correctement les équations du problème. L'ingénieur professeur Macquorn Rankine s'est plu à en rendre témoignage, dans les termes suivants que j'emprunte à la préface de son *Manuel de Mécanique appliquée* (1876, traduction de M. Vialay):

« En traitant de la stabilité des voûtes, nous avons tenu compte de la *poussée latérale de la charge*. Le seul auteur qui l'ait fait d'une façon exacte jusqu'ici est M. Yvon Villarceau, dans les *Mémoires des Savants étrangers*. »

» Les conditions du maximum de stabilité que je me suis imposées, et sur lesquelles tous les ingénieurs s'accordent actuellement, sont les suivantes : en l'absence des surcharges accidentelles, la résultante des pressions, dans les joints, doit passer très-près du milieu des épaisseurs des voussoirs; sa direction doit être normale aux plans de joint, et son intensité ne doit pas excéder une certaine fraction, $\frac{1}{10}$ par exemple, de la résistance de la matière des voussoirs à l'écrasement. Pour mettre le problème en équation, il restait à préciser le mode d'action de la surcharge permanente, action que j'ai été conduit à considérer comme égale à celle d'un fluide de même densité que la surcharge formant le massif proprement dit, et, par suite, *normale* à l'extrados.

» Ce dernier point est le seul sur lequel on pût conserver quelques doutes, avant la publication de l'ouvrage de Lamé sur l'élasticité; c'est, du reste, ce qui a été mis en parfaite évidence par M. le professeur Eduardo Saavedra,

dans la Communication qu'il a faite à l'Académie (séance du 14 sept. 1868).

» Bien que les idées ne fussent pas complétement fixées sur le point alors en litige, il a été construit un grand nombre de ponts, dans le nouveau système, sur nos lignes de l'Est et de Paris-Méditerranée; la théorie en est exposée dans tous ses détails, depuis près de vingt ans, à l'École des Ponts et Chaussées de Madrid, et il en a été fait un certain nombre d'applications importantes en Espagne : les ingénieurs de ce pays ont fait figurer, à notre dernière Exposition universelle, des expériences qui ont vivement intéressé le Jury international. Les renseignements nous font défaut quant aux applications qui ont pu être faites en Angleterre; il paraît, toutefois, qu'on n'y a pas négligé la théorie, puisque la figure qu'elle détermine a reçu, chez nos voisins, le nom d'*arc de Yvon Villarceau* (¹).

» A peine est-il besoin de rappeler que la théorie a été vivement attaquée par quelques ingénieurs français et que le savant directeur du bureau des Chemins de fer, au Ministère des Travaux publics d'Espagne, a pleinement réfuté les arguments invoqués par M. Drouet, Denfert-Rochereau (que je regrette d'avoir à citer ici) et M. Fournié. Bornons-nous à citer les conclusions de la Note de M. E. Saavedra :

« Notre but est seulement de faire connaître que l'expérience a prononcé en faveur des arches du système Villarceau et que, si elles ne sont pas douées du *maximum* ABSOLU *de stabilité*, elles en possèdent une proportion supérieure à tout ce qu'on a mis à exécution jusqu'à ce jour. »

» L'un de nos ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, bien connu de l'Académie, M. Saint-Guilhem, n'avait pas attendu les résultats de l'expérience, pour se prononcer en faveur de la nouvelle théorie ; car nous avons de lui un travail publié, il y a quatorze ou quinze ans, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse,* travail où cet habile ingénieur s'est proposé de réduire l'étendue des développements analytiques par lesquels on ramène les intégrales aux fonctions elliptiques ; le sujet lui a paru assez important pour qu'il ait joint à son Mémoire des Tables numériques, dont l'étendue laisse malheureusement à désirer.

» J'avais insisté, sans la résoudre, sur la question du décintrement et sur la nécessité d'éviter les déformations que subit la figure des arches jusqu'à leur entier chargement. M. E. Saavedra a résolu ce dernier problème, de la manière la plus ingénieuse, en opérant le décintrement après que la voûte a reçu une certaine portion, bien définie, de son chargement ;

(¹) MACQUORN RANKINE, *Mécanique appliquée ;* traduction de Vialay, page 209, n° 183.

le complément s'achève par couches successives qui sont réglées de telle sorte que la figure des voûtes se conserve sans la moindre altération.

» Par ce rapide exposé historique, l'Académie peut juger de l'importance du service qu'elle a rendu à la science de l'ingénieur, en publiant les Mémoires de 1845-46 : je viens lui demander de vouloir bien accorder la même faveur au Mémoire actuel, dont le but est de rendre la théorie plus accessible et d'offrir, à ceux qui voudront l'appliquer, des Tables numériques de l'usage le plus général et le plus facile.

» La théorie rigoureuse comporterait l'emploi des fonctions abéliennes; mais un simple développement en séries ramène les intégrales aux fonctions elliptiques. Les développements ont été poussés jusqu'aux termes du quatrième ordre, et il est devenu facile de reconnaître que l'on peut, dans les applications, s'arrêter aux termes du deuxième ordre, sans avoir à redouter d'erreurs dépassant un petit nombre de millimètres, dans le calcul de coordonnées qui atteignent jusqu'à 30 mètres. Il n'est pas nécessaire, pour l'intelligence des développements analytiques, que le lecteur possède la théorie des fonctions elliptiques. La dénomination de ces fonctions aurait même pu être omise, s'il n'avait été nécessaire de désigner les Tables de Legendre, qui ont été mises à contribution.

» Les Tables numériques qui terminent le Mémoire de 1846 avaient pour objet de faciliter la détermination des constantes, dans le problème des arches de pont; ces Tables sont limitées au cas où le massif de la surcharge et les voussoirs ont la même densité; il restait alors à déterminer la figure de l'intrados et de l'extrados, en appliquant une certaine méthode de quadrature, ou en faisant usage d'un procédé graphique.

» Les Tables qui accompagnent le Mémoire actuel permettent d'obtenir les coordonnées, par une méthode aussi simple que celle dont se servent les astronomes pour calculer les ascensions droites et déclinaisons apparentes des étoiles ($Aa + Bb + Cc + Dd$) : c'est dire que les Tables fournissent les logarithmes de quatre quantités variables A, B, C, D, auxquels il s'agit d'ajouter respectivement ceux de quatre constantes a, b, c, d. De même que les astronomes disposent leurs Tables de manière à éviter des interpolations toujours gênantes, quand il s'agit de Tables à double entrée, il nous a été possible d'arriver au même résultat, en profitant de l'indétermination de l'une au moins des données du problème, que l'on peut toujours modifier légèrement dans l'un des deux sens.

» Le calcul que nous indiquons ici suppose les constantes déterminées :

cette détermination s'obtient au moyen d'un système d'approximations successives, basé sur le calcul des coordonnées elles-mêmes. Il est bon de faire remarquer qu'au delà de la première approximation chaque résultat fournit une solution qui comporte toujours un maximum de stabilité et que, si ce résultat est jugé satisfaire d'assez près aux données du problème, on peut s'abstenir d'aller plus loin.

» Les deux arguments des nouvelles Tables sont l'angle θ du module des fonctions elliptiques et l'angle α des plans de joint avec la verticale. Pour chaque valeur du module θ, nous donnons les valeurs de huit fonctions de l'angle α, dont quatre se rapportent au calcul des abscisses et les quatre autres au calcul des ordonnées ([1]) ; l'argument α varie de degré en degré de zéro à 46°, et de deux en deux degrés de 46° à 90°. Quant au module θ, il est donné de demi en demi-degré entre 60° et 68°, de 20′ en 20′ entre 68° et 75°, enfin de 10′ en 10′ entre 75° et 87°, limite qu'il était inutile de dépasser.

» Il est visible que les nouvelles Tables à double entrée équivalent à 110 Tables à simple entrée, de 8 fonctions de l'argument α. Ces Tables sont réunies dans un ensemble de 138 pages de 55 lignes. On y a joint une Table d'une seule page, qui se rapporte au cas spécial des arches complètes et a pour objet de simplifier le calcul des constantes y relatives.

» Pour 28 des Tables à simple entrée, qui se rapportent à des valeurs entières de l'argument θ, on a mis à contribution les Tables des fonctions elliptiques de Legendre; quant aux 82 autres, on a préféré calculer directement plusieurs suites d'intégrales équivalentes à ces fonctions, plutôt que de recourir à l'interpolation des Tables de Legendre. J'ai effectué le quart environ de l'ensemble des calculs; les trois autres quarts sont dus à l'un des calculateurs de l'Observatoire, M. Bossert, qui a mis le plus grand soin à exécuter correctement le travail dont il avait consenti à se charger.

» C'est ici le lieu de faire remarquer combien il serait désirable que le Gouvernement français, à l'exemple du Gouvernement de notre première République, auquel on doit les *Tables* dites *du Cadastre*, fît exécuter des Tables de fonctions elliptiques, plus étendues que celles de Legendre. Le nombre et l'importance des applications de ces transcendantes augmentent de jour en jour; notre éminent confrère M. Hermite enseigne la théorie de ces fonctions à l'École Polytechnique, depuis plusieurs années; leur application à la Mécanique céleste, inaugurée par M. Hugo Gyldén, se propage

---

(1) Deux de ces fonctions se réduisent à de simples sinus ou cosinus de l'angle α.

rapidement et semble nous promettre la solution du problème des perturbations des comètes et des nombreuses petites planètes à excentricités moyennes, que les méthodes usuelles ne permettent pas même d'aborder.

» Il ne suffit plus d'enseigner la théorie des fonctions elliptiques : pour que cet enseignement produise tous ses fruits, il est absolument nécessaire de disposer de Tables numériques, comme on dispose de Tables des fonctions circulaires ou hyperboliques.

» Si j'avais eu de pareilles Tables entre les mains, je n'aurais pas été obligé de faire calculer laborieusement 82 Tables et de consacrer environ 4000 francs à ce travail. Or, n'est-il pas évident qu'un grand nombre d'ingénieurs reculeront devant une pareille dépense de temps et d'argent, si les administrations dont ils dépendent ne leur viennent pas en aide ! Quoi qu'il en soit, nous pouvons espérer que le présent travail constituera un précédent utile à invoquer et à consulter, dans beaucoup de cas où une question d'intérêt général sera parvenue au degré de maturité qui en impose la solution aux praticiens. Celle que nous achevons de traiter a subi l'épreuve de l'expérience et de la discussion depuis trente-trois ans.

» Ajoutons, en terminant, que le Mémoire est complété par des exemples d'application des Tables aux calculs relatifs à deux arches à grande portée, appartenant aux deux genres des arches *incomplètes* et des arches *complètes*. Une Planche est consacrée à la traduction géométrique des résultats du calcul. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur l'ozone et sur l'effluve électrique*; par M. **Berthelot**.

» 1. Voici quelques expériences, choisies parmi celles que j'ai faites dans le cours de mes recherches sur l'acide persulfurique et les acides suroxygénés, expériences dont les résultats m'ont paru dignes d'être signalés.

» 2. Il s'agit d'abord de la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène : j'ai trouvé que ces deux gaz, mélangés dans la proportion de 2 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'oxygène, ne se combinent pas sous l'influence de l'effluve, même au bout de plusieurs heures, soit dans des tubes de verre concentriques et scellés, soit dans un tube entouré d'une spirale lamellaire de platine et placé sur le mercure (¹); la tension était

(¹) *Voir* la figure de ces appareils, *Ann. de Chimie et de Phys.*, 5ᵉ série, t. X, p. 79, et t. XII, p. 466.

à peu près, dans mes essais, celle qui développe à travers l'air des étincelles longues de 7 à 8 centimètres, en opérant avec une bobine d'induction munie de condensateurs. Nul doute qu'en accroissant les tensions progressivement, jusqu'au voisinage de celles qui produisent des décharges disruptives, on ne provoquât la formation de l'eau. Mais il m'a paru digne d'intérêt de constater que cette formation n'a pas encore lieu avec des tensions telles que les précédentes, et dans des conditions où la dose d'ozone formée est très-notable.

» La résistance de l'hydrogène à la combinaison, dans ces conditions, est d'autant plus remarquable que ce sont précisément celles où l'oxygène se combine avec les métaux, avec l'acide sulfureux, avec l'acide arsénieux, avec l'iode et même avec l'azote, quoique cette dernière réaction exige des tensions électriques plus fortes que les autres.

» La vapeur d'eau n'est pas davantage décomposée par l'effluve dans ces conditions; l'oxygène ne se combine pas non plus à l'eau pour former l'eau oxygénée.

» 3. Ces phénomènes contrastent avec ceux que j'ai observés sur l'acide carbonique. En effet, l'oxyde de carbone et l'oxygène, mêlés dans une éprouvette sur le mercure, suivant le rapport de 2 volumes de l'un pour 1 volume de l'autre, se combinent sous l'influence de tensions électriques semblables aux precédentes. Après douze heures, il ne restait plus que 8 centièmes d'oxyde de carbone et 2 centièmes d'oxygène. Une partie de ce dernier avait été absorbée par le mercure, et une portion (5 centièmes environ) de l'oxyde de carbone avait concouru à former le sous-oxyde brun, C^4O^3. Ce caractère incomplet de la réaction n'est pas moins manifeste en présence d'un excès d'oxygène. Par exemple, en mêlant l'oxyde de carbone et l'oxygène à volumes égaux, toujours sur le mercure, j'ai trouvé après quelques heures : 93 centièmes d'oxyde de carbone changés en acide carbonique, 5 centièmes en sous-oxyde et 2 centièmes inaltérés. Il restait 42 centièmes de l'oxygène libre, renfermant un peu d'ozone. La présence d'un excès d'oxygène ne détermine donc pas la combinaison totale de l'oxyde de carbone.

» Réciproquement, elle n'empêche pas la décomposition commençante de l'acide carbonique, comme je m'en suis assuré spécialement. Il y a plus : dans un mélange fait à volumes égaux d'acide carbonique et d'oxygène, j'ai trouvé, après douze heures, dans un système de deux tubes concentriques, 5 centièmes du gaz décomposé en oxyde de carbone et oxygène. Cet oxygène renfermait une très-forte dose d'ozone (ou d'acide percarbonique).

» Ces résultats établissent l'existence des deux réactions inverses provoquées par l'effluve, et par conséquent celle des équilibres chimiques qu'elle détermine; mais il n'a pas été possible de les pousser, de part et d'autre, jusqu'à la même limite, à cause des réactions secondaires, telles que la formation du sous-oxyde de carbone et l'absorption de l'oxygène par le mercure.

» 4. La décomposition de l'acide carbonique pur par l'effluve, opérée dans un espace exempt de mercure et de corps oxydables, donne lieu à des phénomènes spéciaux et très-dignes d'intérêt, car ils conduisent à soupçonner l'existence de l'acide percarbonique. En effet, dans une expérience, après douze heures d'effluve agissant sur un gaz renfermé dans l'espace annulaire des tubes concentriques et scellés à la lampe que j'ai coutume d'employer, j'ai trouvé 16 centièmes d'acide carbonique décomposés. Le gaz formé attaquait le mercure et les corps oxydables avec une extrême violence. Si l'on regarde la partie oxydante de ce gaz comme de l'ozone, la dose de cette substance s'élèverait à 30 centièmes de l'oxygène mis en liberté, dans un essai, et jusqu'à 41 centièmes dans un autre essai : doses énormes, très-supérieures à celles qui se produisent avec l'oxygène pur (¹). Il serait fort intéressant d'isoler la matière oxydante formée dans cette réaction. Mais lorsqu'on essaye d'éliminer l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, contenus dans le mélange précédent, le gaz oxydant est détruit par les réactifs employés : ce qui ne permet pas de l'isoler. Ce gaz pourrait être également envisagé soit comme de l'oxygène très-riche en ozone, soit comme renfermant une forte dose d'acide percarbonique, C^2O^6; mais je n'ai réussi à découvrir aucun caractère propre à distinguer ce dernier composé de l'ozone mélangé d'acide carbonique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation des éthers d'hydracides dans l'état gazeux;* par M. **Berthelot**.

« La chaleur de combinaison rapportée à l'état gazeux fournissant un terme de comparaison des plus nets pour l'étude des réactions chimiques, je crois devoir donner quelques déterminations nouvelles, destinées à permettre de calculer la chaleur dégagée par les produits gazeux de l'union

(¹) Ces doses se rapportent à l'oxygène produit par la décomposition de l'acide carbonique, lequel formait seulement 8 centièmes du volume du mélange total dans un essai; 5 centièmes dans l'autre essai.

des carbures d'hydrogène avec les corps halogènes et avec les hydracides.

» Voici ces nombres :

» *Bromure d'éthylène*, $C^4H^4Br^2$:

Chaleur spécifique, 0,183	entre 95° et 8°.
Soit, pour le poids moléculaire 188..........	34,3
Chaleur de vaporisation (deux essais) : 8,23 pour	188gr

» J'avais trouvé précédemment (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e sér., t. IX, p. 296) :

$$C^4H^4 \text{ gaz} + Br^2 \text{ liq.} = C^4H^4Br^2 \text{ liq. dégage} \ldots\ldots + 29,3$$

» D'après les données précédentes, combinées avec les chaleurs spécifiques de l'éthylène et du brome (liquide et gazeux), on aura, vers 132 degrés :

$$C^4H^4 \text{ gaz} + Br^2 \text{ gaz} = C^4H^4Br^2 \text{ gaz} \ldots\ldots + 27,2$$

» *Éther bromhydrique*, C^4H^5Br :

Chaleur de vaporisation (quatre essais)......	6,72 pour 109gr

» *Chlorhydrate d'amylène*, $C^{10}H^{10},HCl$:

Chaleur spécifique : 0,40...................	entre 86° et 10°
Soit, pour le poids moléculaire 106gr,5......	42,6
Chaleur de vaporisation (un seul essai)........	6,0 pour 106gr,5

» *Bromhydrate d'amylène*, $C^{10}H^{10},HBr$:

Chaleur spécifique : 0,287.................	entre 87° et 12°
Soit, pour le poids moléculaire 151gr..........	43,3
Chaleur de vaporisation (deux essais)........	7,30 pour 151gr

» *Iodhydrate d'amylène*, $C^{10}H^{10},HI$:

Chaleur spécifique : 0,219..................	entre 97° et 11°
Soit, pour le poids moléculaire 198gr........	43,4
Chaleur de vaporisation	9,4

» Ce nombre est probablement trop fort, attendu que l'iodhydrate se dissocie en partie pendant la distillation.

» Les chaleurs spécifiques moléculaires moyennes de ces trois éthers sont à peu près les mêmes.

» D'après mes données antérieures (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série

t. IX, p. 295) et les chiffres ci-dessus ([1]), on aura :

	Cal
$C^{10}H^{10}$ gaz + HCl gaz = $C^{10}H^{10}$HCl gaz........	+ 16,9
$C^{10}H^{10}$ gaz + HBr gaz = $C^{10}H^{10}$HBr gaz........	+ 13,2
$C^{10}H^{10}$ gaz + HI gaz = $C^{10}H^{10}$HI gaz.........	+ 10,6

» Ces valeurs vont en décroissant, suivant l'ordre des stabilités relatives. Elles l'emportent, à l'exception de la dernière, sur la chaleur de formation de l'éther acétique gazeux au moyen de l'éthylène et de l'acide acétique gazeux, soit + 11,2; mais l'écart est faible.

» Signalons encore la relation suivante :

» La formation du bromhydrate d'amylène dégage à peu près la moitié de la chaleur produite par la formation du bibromure d'éthylène, soit 13,6 × 2; ce qui montre combien les bromures et les bromhydrates de carbures sont voisins par leur chaleur de formation, rapportée au même poids de brome, aussi bien que par leurs autres propriétés et fonctions chimiques. »

FERMENTATIONS. — *Existe-t-il, parmi les êtres inférieurs dont nous nous occupons, des espèces exclusivement* aérobies *et d'autres exclusivement* anaérobies? *Tous ces êtres doivent-ils être rangés dans deux classes ou dans trois, comme l'a successivement admis M. Pasteur, ou dans une seule, comme je l'ai indiqué dernièrement* ([2])? Note de M. TRÉCUL.

« Dans la séance du 30 décembre, M. Pasteur ayant dit qu'il existe des êtres *aérobies* et des êtres *anaérobies,* et que ces derniers sont des ferments, je lui demandai s'il persistait dans son ancienne opinion, suivant laquelle il divisait les êtres inférieurs en deux classes : les *aérobies* ou *azymiques,* et les *anaérobies* ou *zymiques.* Sur sa réponse affirmative, je lui rappelai qu'il avait annoncé que la levûre de bière vit très-bien au contact de l'air et de l'oxygène, et qu'il admet actuellement, comme nous ses adversaires, l'existence d'une levûre de *Mucor.* J'aurais pu ajouter que lui-même décrivit, en 1876, une levûre de *Dematium,* pour la fermentation vineuse. M. Pasteur répondit que dès 1861, *sans avoir jamais varié sur ce point,* il a établi qu'il existait des êtres aérobies, des êtres anaérobies et d'autres qui, comme

([1]) Et en négligeant l'inégalité possible, mais peu considérable, des chaleurs spécifiques des composants, comparés aux composés.

([2]) *Comptes rendus,* t. LXXXVII, dans la note des pages 1059 et 1060.

la levûre de bière, étaient à la fois aérobies et anaérobies. « Je le répète, » dit-il, ces assertions et leurs preuves sont de 1861. M. Trécul est tout à » fait dans l'erreur. Il s'en convaincra lorsqu'il aura recours à des citations » textuelles, pour appuyer ses observations (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1059.)

» Une négation aussi catégorique de mes assertions m'oblige à recourir aux textes de M. Pasteur. Voici ce qu'ils m'ont donné :

» Parlant des fermentations visqueuse, lactique et butyrique (*Bulletin de la Société chimique*, 1861, p. 31), notre confrère dit : « Ces divers ferments » végétaux ou ces infusoires n'ont pas besoin d'oxygène pour se déve- » lopper, tandis que les *mucédinées* qui se produisent dans les liquides » albumineux exigent pour leur développement le concours de l'oxygène » libre, comme les végétaux supérieurs. »

» Voilà évidemment deux classes d'êtres bien accusées ; mais il n'est pas encore question de la troisième. Dans deux autres Notes du même *Bulletin* de 1861, M. Pasteur annonce que la levûre de bière peut vivre au contact de l'air et aussi à l'abri de l'oxygène libre (p. 62, 79 et suiv.).

» A la page 80, M. Pasteur exprime l'espoir de « rencontrer des condi- » tions dans lesquelles certaines plantes inférieures vivraient à l'abri de » l'air, en présence du sucre, en provoquant alors la fermentation de cette » substance à la manière de la levûre de bière. » Je ferai remarquer qu'à cette époque on connaissait déjà cette propriété pour le *Penicillium* et pour le *Mucor*.

» D'autre part, en traitant de la fermentation acétique (p. 94), M. Pasteur dit que les *Mycoderma*, qui vivent au contact de l'air, déterminent l'acétification des liquides alcooliques sur lesquels ils sont placés. En outre (p. 96), on lit que ces *Mycoderma*, mis en présence du sucre, hors de tout contact avec l'oxygène, ont la propriété de se développer, que leur respiration s'effectue alors, sans nul doute, à l'aide de l'oxygène enlevé au sucre, et que, dans ces conditions, le sucre fermente.

» C'est vraisemblablement le contenu de ces Notes qui fait dire aujourd'hui à M. Pasteur que, dès 1861, il a reconnu et prouvé l'existence de trois classes d'êtres inférieurs, et qu'il n'a jamais varié à cet égard (¹).

» Cependant, en 1863, dans ses *Recherches sur la putréfaction* (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 1192), notre confrère n'accuse que deux classes, que,

---

(¹) Nous verrons tout à l'heure que les faits énoncés prouvent tout aussi bien que ces êtres doivent être rangés dans une seule et même classe.

pour la première fois, il désigne par les mots *aérobies* et *anaérobies*. Il n'est pas du tout fait allusion à la troisième classe. M. Pasteur s'exprime ainsi :

« Je réserve toujours néanmoins, ainsi que je l'ai fait antérieurement, la question de savoir si les *ferments*, notamment les vibrions, ne deviennent pas *aérobies* dans certaines circonstances, d'*anaérobies* qu'ils sont lorsqu'ils agissent comme ferments. »

» N'est-il pas évident que M. Pasteur oublie ou néglige à dessein ce qu'il a dit de la levûre de bière et des *Mycoderma* en 1861 ? Il continue :

« Je propose avec toute sorte de scrupules ces mots nouveaux *aérobies* et *anaérobies* pour indiquer l'existence de *deux classes* d'êtres inférieurs, les uns incapables de vivre en dehors de la présence du gaz oxygène libre, les autres pouvant se multiplier à l'infini en dehors du contact de ce gaz. La classe nouvelle des *anaérobies* pourrait être appelée la classe des *zymiques* (ζύμη, levûre, ferment), c'est-à-dire des *ferments*. Les *aérobies* constitueraient, par opposition, la classe des *azymiques*. »

» On voit par là que, malgré tous ses scrupules (M. Pasteur avait de bonnes raisons pour en avoir), et sans faire aucune réserve pour la levûre de bière et les *Mycoderma*, notre confrère place tous les ferments dans la classe des *anaérobies* ou *zymiques* [1].

» On est bien obligé de constater ici une variation dans l'opinion de notre confrère. Il est vrai que, séduit sans doute par cette antithèse des *aérobies* et des *anaérobies*, et par la création de ces deux mots vraiment fort jolis, il néglige également ce qu'il a écrit dans cette même année 1863, à la page 416 du même tome LVI des *Comptes rendus*, où on lit « que le » véritable ferment butyrique, par exemple, est un être organisé du genre » des vibrions, dont le germe est apporté par l'air ou par les poussières » de l'air répandues dans les matériaux de la fermentation ». Il en serait de même pour le vibrion qui fait fermenter le tartrate de chaux. A cet égard, M. Pasteur dit : Le cas actuel « nous permet de comprendre avec » quelle facilité peut se produire une fermentation spontanée de tartrate » de chaux toutes les fois que l'on ne prend pas des précautions spéciales » pour éloigner les germes disséminés dans l'air ou dans les poussières » que cet air dépose sur tous les objets. Il nous permet de comprendre » également la fermentation du tartrate de chaux dans des liqueurs libre- » ment exposées au contact de l'air, pourvu que l'épaisseur de la couche

---

[1] Dans cette classification binaire, la levûre de bière, *zymique* par excellence, serait *anaérobie* et les Mycodermes *aérobies ;* dans la classification ternaire, les Mycodermes, qui peuvent devenir ferments, passeraient dans la troisième classe avec la levûre de bière, qui peut vivre à l'air.

» liquide soit suffisante. On constate alors qu'à la surface se multiplient » les infusoires qui consomment du gaz oxygène, tandis que, dans le dépôt » et au sein de la liqueur, se développent ceux qui n'ont pas besoin de » ce gaz pour vivre, et qui sont préservés par les premiers de son contact » nuisible. »

» Si les vibrions de la fermentation du tartrate de chaux et de la fermentation butyrique, qui vivent sans oxygène libre et qui sont tués par l'air, sont produits par des germes ou cellules vivant dans cet air, il est clair que ces vibrions, pas plus que la levûre de bière, ne sont exclusivement *anaérobies*. Il en serait de même du vibrion septique, que M. Pasteur et ses collaborateurs MM. Joubert et Chamberland décrivaient récemment, à la page 1040 du tome LXXXVI des *Comptes rendus*, où l'on trouve que ce vibrion se résout en corpuscules-germes qui vivent dans l'air et y sont conservés.

» Je le demande à M. Pasteur, quand on a retranché de la classe des *anaérobies* les levûres alcooliques et les vibrions-ferments, que reste-t-il dans cette classe? Plus rien évidemment, pas même la levûre lactique, puisqu'il a été annoncé dans ces derniers temps, par un élève de M. Pasteur, M. L. Boutroux, qu'elle est spécifiquement identique avec le *Mycoderma aceti* (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 607).

» On peut donc maintenant conclure :

» 1° Que les ferments organisés ne sont que des états particuliers d'espèces plus ou moins compliquées, qui se modifient suivant les milieux dans lesquels elles se trouvent;

2° Qu'au lieu d'établir trois classes d'êtres inférieurs, comme le veut aujourd'hui M. Pasteur, il en faut reconnaître une seule, chaque espèce pouvant présenter à la fois un ou plusieurs états *aérobiens* et un ou plusieurs états *anaérobiens*.

» On concevrait d'autant moins l'opposition de M. Pasteur à cette manière de voir, que d'autres travaux de lui appuient cette conclusion. N'a-t-il pas dit (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 785) :

« On peut entrevoir.... que tout être, tout organe, toute cellule qui vit ou qui continue sa vie sans mettre en œuvre l'oxygène de l'air atmosphérique, ou qui le met en œuvre d'une manière insuffisante pour l'ensemble des phénomènes de sa propre nutrition, doit posséder le *caractère ferment* pour la matière qui lui sert de source de chaleur totale ou complémentaire. »

» Cette phrase, qui ne fut publiée qu'en 1872, ainsi que les faits qui l'ont inspirée, ramène bien *quelque peu* M. Pasteur vers l'opinion de ses

adversaires; aussi est-ce quelque temps après que notre confrère reconnut que la levûre de *Mucor* est une réalité. Il ne parla de celle-ci, à ma connaissance, qu'en 1876, dans ses *Études sur la bière*. »

Observations de M. **Pasteur.**

« Je vais avoir l'honneur de répondre à la Note de M. Berthelot, insérée au dernier *Compte rendu*. En conséquence, je remets à une séance ultérieure ma réponse à M. Trécul, dont la Lecture, à première audition, me paraît sans fondement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Deuxième réponse à* M. Berthelot; par M. **Pasteur.**

« Je terminais ma première réponse à mon éminent ami et confrère M. Berthelot en signalant parmi les conclusions de mes études trois points principaux, et j'ajoutais que, si M. Berthelot ne pouvait les contredire ensemble ou séparément, non par des vues *a priori*, mais par des observations sérieuses, il n'y avait entre lui et moi aucun objet de discussion.

» La seconde Note de M. Berthelot est muette sur ces trois points. Je pourrais donc me borner à exprimer ma satisfaction que le débat soit clos. Malheureusement, sur d'autres points que ceux auxquels je viens de faire allusion, M. Berthelot me prête des opinions et m'oppose des raisonnements que je ne saurais accepter. Cela m'oblige à une nouvelle réponse.

« Assez de belles découvertes ont fondé la renommée de M. Pasteur, dit obligeamment mon cher confrère, pour qu'il puisse renoncer sans dommage à une théorie si peu justifiée par les faits. »

» Il s'agit ici des êtres anaérobies et de leur mode d'action sur les matières fermentescibles.

» Lorsqu'en 1861 j'ai opposé, pour la première fois, l'existence et les propriétés de deux sortes d'êtres en les désignant par l'expression d'*aérobies* et d'*anaérobies*, ce n'est pas une théorie que j'ai faite. J'ai dit : Il existe des êtres qui ne peuvent vivre, qui ne peuvent se nourrir sans assimiler de l'oxygène libre; ce sont les aérobies : ils ne sont pas ferments. Il existe une autre classe d'êtres pouvant vivre, se nourrir en dehors de

toute participation du gaz oxygène libre, par conséquent, en empruntant forcément tout l'oxygène de leurs principes immédiats à des combinaisons, notamment à la matière fermentescible qui est toujours oxygénée ([1]) : dans ces conditions, ces êtres sont ferments. Mon travail sur ce sujet, son originalité, sont là tout entiers.

» Tout cela n'a rien de théorique; c'est une situation physiologique nouvelle, c'est l'expression des faits. Mais quel est le premier principe de l'action décomposante de la matière fermentescible par l'être microscopique anaérobie? M'appuyant encore sur un fait, et que j'avais grandement contribué à mettre en évidence, à savoir l'affinité de ces êtres pour l'oxygène libre qui peut les tuer et même les détruire, j'ai conjecturé que dans cette affinité pouvait bien résider le principe d'action du ferment vivant par rapport à la matière fermentescible. Refuser à un observateur qui est arrivé par l'expérience au point où j'en étais, lui refuser, dis-je, le droit d'une induction intimement liée à des faits indiscutables, c'est vouloir vraiment couper les ailes à l'induction la plus légitime. Encore faudrait-il que M. Berthelot eût des observations ou des raisonnements à m'opposer. Des faits, il n'en a pas. Quant à ses raisonnements, j'en fais juges nos confrères :

« Étant admis, dit-il, que la levûre est un végétal qui se nourrit et se développe aux dépens de l'oxygène du sucre pendant la fermentation, la levûre ainsi formée devrait être plus riche en oxygène que la levûre initiale..... »

» Comment notre confrère ne s'est-il pas dit que la levûre, après avoir pris l'oxygène, pourrait bien le rendre aussitôt à l'état d'acide carbonique, qui est un produit constant des fermentations proprement dites? Et pourquoi M. Berthelot ne demande-t-il pas à la levûre vivant au contact de l'atmosphère, qui, dans ce cas, prend, à n'en pas douter, de l'oxygène à l'air et le porte sur ses aliments, pourquoi, dis-je, ne demande-t-il pas à cette levûre des produits plus oxygénés que les principes immédiats qui lui sont propres? Le raisonnement de M. Berthelot est donc de tous points inacceptable. Ce qui doit plus étonner encore, c'est que, au moment où M. Berthelot se refuse à la plus analogique des conjectures, il se livre, lui, à une conjecture tout à fait gratuite, à savoir que l'être microscopique agit sur la matière fermentescible par la sécrétion d'un produit chimique de la nature des *diastases*.

» J'arrive au deuxième point traité par M. Berthelot :

« M. Pasteur, dit-il, continue à rester étranger à l'ordre d'idées qui nous a conduit à

([1]) L'eau pourrait intervenir, mais le résultat définitif n'en serait point changé.

regarder comme utile la publication des derniers essais de notre cher et regretté confrère.... Il ne s'agissait point d'ouvrir une polémique sur un travail interrompu par la mort de son auteur, mais d'en conserver la trace dans la Science.... Les personnes qui ne partageraient pas les opinions de notre illustre confrère étaient libres de ne pas s'en occuper ou tout au plus de marquer brièvement leur dissidence. »

» Quoique M. Berthelot se défende « d'avoir la coutume de caractériser » lui-même la méthode et la logique de ses contradicteurs », qu'il me permette de lui dire que c'est ce qu'il fait ici de la manière la plus directe. C'est son droit, comme c'était le mien vis-à-vis de Bernard et de lui-même; je ne l'en blâme donc aucunement, mais je dois faire observer qu'il en use dans des termes qui ne sont pas du tout conformes à la vérité de l'Histoire, car c'est d'Histoire qu'il s'agit.

» L'utilité, en effet, de la publication des derniers essais de Bernard m'a toujours paru parfaitement justifiée, et je suis le premier à remercier M. Berthelot de l'avoir faite. Il doit savoir pertinemment que je ne me suis pas associé aux regrets de ceux qui auraient désiré qu'il me donnât connaissance du manuscrit avant de le mettre au jour. C'était là, suivant moi, affaire d'appréciation personnelle, et je n'ai pas coutume de caractériser celle de mes amis, si ce n'est pour leur prêter des intentions élevées. Ce que j'ai reproché à notre confrère, ce que je lui reproche encore, parce qu'il s'agit ici d'un principe scientifique d'ordre supérieur, c'est d'avoir fait cette publication sans l'accompagner d'un commentaire expérimental, afin « de reporter à Bernard, ainsi que je le disais devant l'Académie au » mois de juillet dernier, l'honneur de ce qu'il pouvait y avoir de bon dans » son manuscrit, en dégageant sa responsabilité pour ce qu'il pouvait renfermer d'incomplet et de défectueux ».

» Qui donc oserait blâmer un ami de publier un écrit trouvé dans les papiers d'un confrère illustre? La vérité, je parle de la vérité scientifique, ne doit jamais être placée sous le boisseau; toutefois, c'est à la condition qu'elle soit la vérité, car, si l'écrit posthume n'est qu'erreur, la publication qui en est faite n'est plus qu'une atteinte gratuite à l'honneur scientifique d'une mémoire respectée.

» M. Berthelot, comme je l'ai rappelé tout à l'heure, ajoute qu'il n'avait pas l'intention, par cette publication, d'ouvrir une polémique. Mais pouvais-je, moi, me dispenser de m'y livrer en présence des conclusions de Bernard, qui sont la condamnation absolue et sans réserve de celles que j'ai déduites de mes travaux? C'était mon devoir d'agir comme je l'ai fait, et je puis ajouter sans présomption que j'y ai mis une certaine vaillance.

Jamais, peut-être, dans ma carrière déjà longue, je n'avais fait tant d'efforts que pendant l'année 1878 : nos *Comptes rendus* en font foi ; jamais, par suite, je n'avais eu un besoin aussi impérieux de repos. Or, j'ai consacré toutes les vacances dernières au contrôle expérimental de l'écrit posthume de Bernard, et j'en éprouve encore une extrême fatigue. J'ai fait ce qu'aurait dû faire M. Berthelot avant de mettre au jour les Notes de notre cher et regretté confrère. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la compressibilité des gaz ;* par M. L. CAILLETET.

« En publiant, il y a plusieurs années, mes premières recherches sur la compressibilité des gaz ([1]), j'ai dû faire des réserves relativement à la méthode employée pour mesurer les pressions développées ; je n'avais alors à ma disposition que les manomètres employés dans l'industrie, dont les indications, en général peu exactes, sont influencées en outre par des causes difficiles à saisir.

» L'exactitude des recherches que je poursuivais étant surbordonnée à la détermination rigoureuse des pressions, j'ai dû rechercher s'il ne serait pas possible de construire pour les hautes pressions un manomètre à air libre, le seul précis, et j'ai fait connaître à l'Académie, il y a deux ans environ ([2]), les expériences exécutées au moyen d'un manomètre à air libre établi sur le flanc d'un coteau. Le tube de ce manomètre était en métal et de petit diamètre. Cet appareil, très-propre à mesurer les basses et moyennes pressions, ne put être employé, ainsi que je l'avais prévu, pour la détermination des pressions élevées.

» Le manomètre que j'emploie pour mes recherches actuelles, et qui me donne des résultats très-satisfaisants pour toutes les pressions, se compose d'un tube en acier doux, de 3 millimètres de diamètre intérieur et d'environ 250 mètres de longueur, disposé de façon à s'enrouler dans une hélice creusée sur un cylindre de bois de 2 mètres de diamètre. Des engrenages, mus par une manivelle, font tourner ce cylindre autour d'un axe vertical, et, selon le sens du mouvement, le tube descend dans un puits profond ou s'enroule sur le cylindre. L'extrémité inférieure de ce tube est réunie à un

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1131.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 82.

tube-laboratoire, d'environ $1^m,50$ de longueur et de 22 millimètres de diamètre intérieur, dans lequel on renferme le piézomètre qui contient le gaz en expérience.

» Afin de ne pas exercer de trop fortes tractions sur le tube fin, on suspend le tube-laboratoire à un fil d'acier recuit, de 4 millimètres de diamètre, gradué avec soin de 5 en 5 mètres, et portant des numéros correspondant à chacune des divisions. Ce fil s'enroule sur un treuil, qui reçoit son mouvement d'engrenages actionnés par une seconde manivelle.

» Grâce à la bienveillance du regretté M. Belgrand, j'ai pu profiter des facilités exceptionnelles que présentait, pour mes expériences, le puits artésien de foncement à la Butte-aux-Cailles, dont la profondeur est de 560 mètres et le diamètre de $1^m,60$ à la partie supérieure [1]. Le sondage n'ayant pas encore atteint la couche des eaux jaillissantes, le puits est rempli d'eau stagnante dont j'ai déterminé la température de 5 en 5 mètres. Dans chacune de mes expériences, la température du gaz est, en outre, mesurée par deux thermomètres à maxima, donnant le dixième de degré et enfermés dans des tubes de verre épais.

» J'ai fait établir, à l'orifice et dans l'axe du puits, une poulie à deux gorges, sur laquelle s'appuient le tube et le fil pendant les expériences.

» Avant d'introduire le mercure dans l'appareil, on doit préalablement le purger de toute trace d'air au moyen de la pompe à mercure, car tout autre mode de remplissage laisse une certaine quantité d'air qui divise la colonne mercurielle et nuit à l'exactitude des résultats obtenus.

» On enferme alors le piézomètre dans le tube-laboratoire; puis les aides, agissant sur les manivelles, déroulent le fil gradué en même temps que le tube, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à quelques mètres au-dessus du point qu'on veut atteindre. Lorsque l'appareil a pris la température de la couche d'eau ambiante, on achève de le descendre jusqu'à la profondeur voulue en agissant avec une grande lenteur, de manière à éviter les secousses qui pourraient projeter le mercure dans le tube calibré au-dessus de sa position d'équilibre.

» La pression développée aura pour mesure la longueur du fil déroulé, qui est donnée par la coïncidence d'une des graduations du fil avec un repère fixe, plus la hauteur du mercure contenu dans le réservoir supérieur.

---

[1] Je dois remercier également M. L. Dru, l'habile ingénieur chargé des sondages, pour l'obligeance qu'il m'a témoignée pendant le cours de mes expériences.

» Un des opérateurs note alors la pression et la température extérieures, ainsi que les indications des thermomètres à maxima, ces déterminations devant servir au calcul des expériences.

» L'appareil est alors ramené à la surface, et, le tube-laboratoire étant ouvert, on mesure le volume qu'a occupé le gaz sous la pression développée. Cette lecture se fait avec une grande facilité, car la hauteur à laquelle le mercure s'est élevé reste tracée, de la manière la plus nette, sur une mince couche d'or dont on a recouvert l'intérieur du tube calibré et que le mercure dissout.

» Les recherches que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie sont commencées depuis près de deux ans, mais j'ai dû faire de longs essais avant d'obtenir un appareil fonctionnant régulièrement.

» Les gaz en expérience sont renfermés, ainsi que je l'ai dit, dans un tube à réservoir, sorte de piézomètre, dont le tube calibré a été doré intérieurement. Le volume du gaz diminuant rapidement avec la pression, il est nécessaire, afin d'éviter les erreurs de mesure, d'opérer toujours sur de grands volumes. Dans ce but, j'ai employé trois piézomètres dont les volumes des réservoirs vont croissant avec les pressions qu'ils doivent supporter, de telle sorte que dans mes expériences j'ai toujours eu, pour une augmentation de 5 mètres de pression, des différences d'au moins 20 divisions entre chaque volume mesuré.

» L'appareil que je viens de décrire rapidement est, en résumé, d'une grande simplicité, car, sans pompe et sans machine spéciale, et à l'aide seulement d'un tube flexible rempli de mercure, on peut comprimer les gaz à de très-hautes pressions et obtenir en même temps la mesure exacte de ces pressions.

Le premier gaz sur lequel j'ai opéré est l'azote; je l'ai préparé au laboratoire de l'École Normale supérieure, en faisant passer sur du cuivre réduit de l'air sec et dépouillé d'acide carbonique. Le gaz a été introduit, au moyen de la pompe à mercure, dans le piézomètre préalablement chauffé à une température voisine de 100 degrés, afin de le dessécher exactement.

» Je me suis assuré, après chaque série d'expériences, que le volume du gaz n'avait pas changé.

» Les nombres qui figurent dans le Tableau ci-après ont été calculés avec le plus grand soin par un jeune professeur attaché au laboratoire des Hautes Études, M. Bonnefoy, qui a bien voulu me seconder dans mes expériences et se charger de la réduction des résultats obtenus.

Azote à + 15,0

Pressions.	Volumes.	PV.	Température du gaz.
m			o
39,359	207,93	8184	+ 15,0
44,264	184,20	8153	15,1
49,271	162,82	8022	15,1
49,566	161,85	8022	14,9
59,462	132,86	7900	15,0
64,366	123,53	7951	15,0
69,367	115,50	8011	15,0
74,330	108,86	8091	15,1
79,234	103,00	8162	15,1
84,388	97,97	8267	15,2
89,231	93,28	8323	15,2
99,188	86,06	8536	15,4
109,199	77,70	8484	15,6
114,119	76,69	8751	15,7
124,122	71,36	8857	16,0
144,241	62,16	8966	16,3
149,205	59,70	8907	16,5
154,224	58,18	8973	16,6
164,145	54,97	9023	16,8
174,100	52,79	9191	17,0
181,985	51,27	9330	17,2

» On a tenu compte dans ces corrections :

» 1° De la température de la colonne de mercure contenue dans le tube métallique, en se basant sur les mesures thermométriques faites de 5 en 5 mètres;

» 2° De l'élasticité du fil de suspension;

» 3° De la température et de la pression extérieures;

» 4° De la température du gaz qui, du reste, n'a varié, pour des pressions comprises entre 1 et 181^{m},985, que de + 15° à 17°, 2.

» Sans exposer, dans cette Note, la marche suivie pour la réduction des expériences, je dirai cependant que, pour établir la série des nombres ci-dessus, on a rendu comparables les volumes des divisions des trois piézomètres et l'on a calculé ensuite les volumes V.

» Il résulte de l'examen des nombres PV contenus dans le Tableau que l'azote se comprime d'abord plus que ne l'indique la loi de Mariotte, et que sa compressibilité décroît ensuite, ainsi que je l'avais constaté pour

l'air atmosphérique dans mes premières recherches. C'est donc vers la pression de 70 mètres de mercure que l'azote présente ce curieux maximum (¹).

» Les expériences que je viens de rapporter ont été faites avec le concours de M. Forquignon, ingénieur civil des Mines, qui a bien voulu m'aider dans cette tâche longue et difficile.

» Nous continuons nos recherches, et j'espère pouvoir faire connaître bientôt à l'Académie les résultats déjà constatés en opérant sur d'autres gaz et à de plus hautes pressions. »

BOTANIQUE. — *Le polymorphisme de l'*Agaricus melleus *Vahl.* Note de M. **J.-E. Planchon**, présentée par M. Decaisne.

« Dans ma Note du 22 octobre 1878 (²) sur la maladie des Châtaigniers, j'ai laissé planer un doute sur l'espèce d'Agaric qui pourrait sortir du *mycelium* auquel j'ai attribué la mort de ces arbres. Ce doute subsiste encore en ce qui concerne le Châtaignier, attendu que je n'ai pu obtenir l'apparition d'un Agaric sur le *mycelium* de ses racines. Néanmoins, des raisons d'analogie me font supposer aujourd'hui que l'Agaric en perspective sera presque sûrement l'*Agaricus melleus* de Vahl, dont les *Agaricus griseo-fuscus* de De Candolle et *Mori* de Fries ne sont presque sûrement que de simples variétés. Voici sur quelle observation positive se fonde cette probabilité.

» La seule difficulté qui m'empêchât de reconnaître des états initiaux de l'*Agaricus melleus* dans les *mycelia*, tous pareils entre eux, que j'avais vus sur les racines de divers arbres (³), c'est que je n'avais pu découvrir autour de ces racines la forme mycélienne décrite par les auteurs sous le nom de *Rhizomorpha fragilis*, var. *subterranea*, Roth. Or, cette forme de *mycelium*, caractérisée par une sorte d'écorce brune, fragile, formant gaîne autour d'un faisceau blanchâtre de cellules filamenteuses, cette forme, je viens de la découvrir au contact d'une racine de Marronnier du Jardin des Plantes de Montpellier, où toute une rangée de ces arbres est morte ou en train de mourir sous l'étreinte des *mycelia* membraniformes étendus entre leur bois

(¹) Il sera possible, dès à présent, de construire des manomètres à azote qui rendront, je l'espère, des services à la Science et à l'Industrie.

(²) *Comptes rendus*, 1878, p. 583-587.

(³) Notamment le Mûrier, le Châtaignier, le Marronnier d'Inde, le Lilas, le Pommier, la Vigne.

et leur écorce. Bien que je n'aie pu saisir la connexion immédiate entre ces dernières expansions et le *Rhizomorpha subterranea,* comme cette connexion a été parfaitement établie par le Dr Robert Hartig sur les racines des Conifères, je ne doute pas que le même rapport existe entre les deux états mycéliens observés séparément chez le Marronnier. Tout concorde, en effet, entre les descriptions des figures de l'Ouvrage du Dr Hartig et les faits que j'ai pu moi-même constater. Le *Rhizomorpha fragilis subterranea* du Marronnier m'a présenté çà et là, sur le tissu de son écorce, des touffes de filaments fauves pareils à ceux qu'a figurés le savant auteur des *Wichtige Kraukheiten der Waldbaumen* (Tab. II, *fig.* 7 de son livre); quant aux expansions membraneuses qui, d'après Hartig, constituent la forme *subcorticalis* du même *Rhizomorpha,* les caractères généraux qu'elles conservent à travers toutes leurs variations de forme ne peuvent laisser de doute sur leur identité réelle chez les divers végétaux cités en Note, et l'on peut supposer, avec toute vraisemblance, qu'ils donnent également naissance à l'*Agaricus melleus.*

» En résumé, les quatre états principaux sous lesquels se présente cette espèce sont les suivants :

» 1° Le *mycelium filamenteux* ou *byssoïde,* que le Dr Hartig a vu sortir directement de ses spores et dont j'ai vu moi-même une forme sur des racines de Vigne attaquées du *pourridié.*

» 2° Le *mycelium radiciforme* ou *rhizomorphique,* à écorce brune et lisse, portant parfois des touffes de filaments roux qui pourraient bien avoir du rapport avec le *Rhizoctone* de la luzerne, et que je comparerais aussi volontiers aux *sclerotes* ou *mycelium* condensé d'autres Champignons. C'est, en tout cas, le *Rhizomorpha fragilis subterranea* des auteurs.

» 3° Le *mycelium membraniforme* ou *hyménoïde* (*Rhizomorpha fragilis subcorticalis*), qui s'étale en expansions flabellées entre les couches de l'écorce, dans la zone génératrice et même dans le corps ligneux.

» 4° L'*Agaric* ou *Hyménophore* (*Fruchtträger* des Allemands), qui se présente généralement en automne, au pied des arbres tués par le *mycelium* membraneux et dont les touffes procèdent tantôt de ces expansions hyménoïdes, tantôt de filaments partis des bords de ces mêmes lames membraneuses.

» Bien qu'énumérés ici suivant une série continue, ces états ne se suivent probablement pas dans un ordre fixe et régulier. Tout fait penser, au contraire, qu'on passe de l'un à l'autre, tantôt dans le sens du simple au compliqué, filaments, cylindre radiciforme, membrane, chapeau pédiculé,

tantôt dans le sens rétrograde du composé au simple, avec saut de tel ou tel terme de la série.

» Comme exemple du passage de l'état filamenteux à l'état membraniforme, je puis citer l'observation suivante. Au mois de juin 1878, ayant oublié, cinq ou six jours, dans une boîte d'herborisation, des racines de Vigne attaquées par le *pourridié* sous sa forme filamenteuse, je trouvai les parois de la boîte tapissées de larges expansions aranéoïdes qui, par leur forme d'éventail oblique, rappelaient le *Rhizomorpha subcorticalis*, mais qui, développées librement en dehors de tout tissu nutritif, avaient la couleur blanche et la texture lâche de certaines moisissures, au lieu de la couleur rousse et de la texture spongieuse que présente entre le bois et l'écorce la forme ordinaire de ce *mycelium*. Ce n'est là qu'un des traits du polymorphisme bien connu des Champignons; bien d'autres sont à découvrir dans ce monde de la Cryptogamie, où les déguisements les plus étranges dissimulent souvent l'unité réelle des types. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences relatives à l'action des vagues sur les plages et sur les enrochements artificiels.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« En 1842, j'ai communiqué à la Société philomathique de Paris divers phénomènes de recul dans le voisinage du fond, produits par le mouvement des ondes dans un canal factice, dont plusieurs sont rappelés dans la Note que j'ai présentée à l'Académie le 23 décembre dernier. Ceux dont je me propose de parler aujourd'hui sont d'un genre très-différent. Ils ont été principalement mis en lumière dans une série d'expériences que j'ai faites à Cherbourg en 1873, en commun avec M. Bertin, ingénieur des constructions navales, et qui ont bien établi l'importance pratique du genre d'effets des ondes dont il s'agit; mais leur observation remonte bien au delà de cette époque, car j'avais remarqué depuis longtemps, comme on peut le voir dans le journal *l'Institut*, que les mouvements ondulatoires de diverses sortes de l'eau, en se réfléchissant contre les parois verticales des extrémités d'un canal factice, repoussaient toujours les corps roulants répandus sur le fond au pied même de la paroi. La longueur du recul produit variait selon la nature de l'onde : pour une onde *solitaire*, le recul définitif était au moins égal à la longueur appréciable de l'onde ; avec les ondes *courantes* de hauteur analogue, le recul définitif était moindre après le passage d'une dizaine d'ondes, qui se réfléchissaient en arrière, mais restait encore consi-

dérable. J'avais également reconnu qu'une série d'ondes en zigzag ramenait généralement dans le milieu de la largeur d'un canal factice des grains de raisin répandus près des parois latérales.

» M. Bertin avait remarqué, dans un Mémoire présenté en 1870, que, sur les enrochements artificiels de Cherbourg, les vagues de gros temps, qui, à mer basse, roulent les blocs vers le sommet du talus, produisent au contraire, quand la marée est haute, des affouillements pernicieux pour l'enrochement. Nous nous sommes proposé d'étudier ce phénomène à l'aide du même canal factice qui a servi aux expériences objet de ma dernière Note. Le cas de la mer haute devait être représenté par l'eau s'élevant, à l'état de repos, au-dessus d'une plage inclinée et baignant sur une certaine hauteur une cloison verticale, perpendiculaire à l'axe du canal, placée au haut de la plage; cette cloison était formée par une planche dont le pied était enterré dans le talus sur $0^m,10$ de hauteur. D'après ce que j'ai dit ci-dessus du recul des corps roulants au pied d'une paroi verticale, il était rationnel de penser que le mouvement des ondes produirait dans ce cas un affouillement capable de découvrir jusqu'à une certaine profondeur le pied de la cloison verticale. Quand le niveau de l'eau à l'état de repos était au-dessous du pied de la cloison, le résultat devait être tout autre. Les effets que nous avons constatés ont confirmé ces idées d'une manière plus intéressante et plus tranchée que nous n'osions l'espérer.

» La méthode employée pour produire les ondes a été exposée dans ma Note précitée du 23 décembre. Le canal, terminé ici nécessairement par une plage, réalisait la disposition que j'ai imaginée pour produire un nombre indéfini d'ondes *courantes* dans un canal de longueur limitée et y établir ce que l'on pourrait appeler un *régime permanent des ondes*. Les plages, toujours à la pente du cinquième, ont été faites dans la première série d'expériences avec du sable de fonderie très-fin et bien calciné. Dans la seconde série, elles ont été faites successivement avec ce même sable, puis avec du sable de paveur, sorte de gravier dont les grains représentaient au moins des galets, à l'échelle de nos ondes comparées aux grandes vagues de la mer, enfin avec ces deux matières mélangées; il n'en est pas résulté, dans les profils des talus déformés par les ondes, de différences excédant, ce que l'on pourrait expliquer par les différences accidentelles dans les ondes d'une journée à l'autre. La période moyenne $2T$ des ondes produites par la machine a été $0^s,98$; leur longueur $2L$, mesurée d'une crête à la suivante, a varié de $0^m,95$ à $1^m,30$. Le mouvement de la machine n'était pas d'une régularité aussi parfaite que dans nos expériences de 1878, ce qui avait

peu d'inconvénients pour le genre d'expériences que nous nous proposions de faire; les petites irrégularités de la période produisaient nécessairement des variations plus sensibles sur la longueur toujours sensiblement proportionnelle au carré de cette période dans les limites de nos expériences. Nous produisions des séries d'ondes ayant à volonté, pour hauteur totale $2h$, les trois valeurs différentes, $0^m,055$ pour les plus petites, $0^m,085$ pour les moyennes, $0^m,12$ pour les plus grandes.

» Dans la première série d'expériences, le sommet du talus incliné était à $0^m,30$ au-dessus du fond du canal, l'eau avait $0^m,325$ de profondeur, et, à l'état de repos, elle couvrait ainsi, sur $0^m,025$ de hauteur, la cloison verticale placée au haut du talus. On a commencé par établir le *régime permanent* des petites vagues; il en est résulté un affouillement, parvenu bientôt à un *profil invariable*, qui a découvert en partie le pied de la planche formant ladite cloison; la forme géométrique du nouveau profil était parfaitement régulière, le creux produit ressemblait à la moitié d'une onde négative, coupée en deux à son sommet négatif par la surface verticale contre laquelle brisaient les vagues. On a établi ensuite le *régime permanent* des ondes moyennes. La profondeur de l'affouillement a augmenté, l'arc concave dans le profil de l'affouillement a pris un grand développement, tandis que la partie convexe au bord du creux est devenue beaucoup plus courte; mais *la largeur totale du fossé creusé est restée la même.*

» Enfin, avec le *régime permanent* des grandes ondes, l'affouillement a encore augmenté de profondeur; son profil s'est rapproché beaucoup d'un arc de cercle ayant pour centre le point où la plage primitive s'arrêtait à la cloison verticale, mais il a toujours coupé au même endroit que dans les deux premières expériences la ligne droite figurant le profil primitif de cette plage. La profondeur des trois affouillements, mesurée suivant la verticale au pied de la cloison, a été successivement de $0^m,042$, $0^m,055$, $0^m,065$; la largeur constante du fossé, mesurée suivant le profil de la plage primitive, a été de $0^m,070$. Le remblai élevé en contre-bas a toujours présenté la forme régulière d'une protubérance assez aplatie, de $0^m,12$ environ de longueur totale, se raccordant par une ligne d'une courbure brusque avec la paroi de l'affouillement, et présentant au contraire, à la partie inférieure, un arc allongé à peu près asymptotique au profil de la plage primitive. Les résultats sont, comme on voit, très-accusés, et rendent assez bien compte des dangers auxquels sont exposés les enrochements artificiels. Ils auraient même pu faire redouter des avaries plus graves que celles qui sont réellement à craindre pour ces enrochements, si

nos expériences avaient devancé, au lieu de les suivre, les grands travaux à la mer dont nous avons reproduit en petit la disposition.

» La seconde série d'expériences a été faite après que nous avons enlevé la planche formant la cloison verticale et prolongé la plage inclinée jusqu'au haut du canal, c'est-à-dire plus haut que l'eau ne pouvait atteindre en se répandant après que les vagues avaient déferlé; la profondeur d'eau a été généralement de $0^{m},30$. Les effets ont été d'une nature essentiellement différente des affouillements dont je viens de parler, une grande partie du sable déplacé a été *transportée de bas en haut, au lieu d'être repoussée de haut en bas*. Sur le profil de la plage déformée, parvenue à son état définitif, on touve en effet, en partant du bas, un long déblai, suivi d'un remblai élevé, dans la partie même où viennent déferler les ondes, lesquelles enlèvent avec elles du sable pour le déposer en se brisant. Au-dessus du remblai on trouve un nouveau déblai, qui est moins fort que le premier, et qui est nécessairement le résultat d'une sorte d'arrachement produit par l'eau redescendant le long de la plage sous l'action de la seule pesanteur, après avoir été projetée en avant. La forme du remblai mérite une attention particulière [1]. »

---

(1) Avec les vagues petites et moyennes, il n'y a qu'une protubérance unique s'élevant d'abord assez brusquement, pour se terminer par une longue partie plate, presque horizontale, qui s'étend à 2 ou 3 centimètres au-dessous de la surface de l'eau au repos. Avec les grandes vagues le remblai se partage en deux monticules bien distincts, celui du bas un peu plus long et beaucoup plus proéminent que l'autre, avec des sommets s'élevant l'un et l'autre à 2 centimètres environ au-dessous du niveau de l'eau tranquille. En prenant des photographies instantanées des vagues, après avoir dessiné un quadrillage sur les parois du canal, il a été possible de reconnaître que la protubérance principale s'élève au point même où les ondes se soulèvent pour déferler, de telle sorte que l'eau, dans son dernier mouvement, contourne le sommet et retombe brisée dans le creux qui sépare les deux monticules. Nous nous proposons de refaire ces études avec plus de détails sur des plages à inclinaisons variées.

Les déplacements de sable observés dans notre seconde série d'expériences semblent confirmer d'une manière générale les idées émises par M. le capitaine de vaisseau Cialdi, relativement à l'influence des vagues sur l'ensablement des ports quand elles rencontrent des talus inclinés. Dans les circonstances que ce savant officier a eu en vue d'étudier, les inclinaisons des talus sont, il est vrai, très-différentes; mais, si la profondeur de l'eau par rapport à la hauteur des vagues est moins grande, cela favorise l'effet des ondes sur le fond. Nous avons reconnu, en effet, que les affouillements et les protubérances obtenus avec $0^{m},30$ de profondeur d'eau étaient beaucoup plus grands en longueur et en hauteur que ceux qui ont été produits avec une profondeur d'eau de $0^{m},40$ dans le même canal.

Je mentionnerai, comme paraissant aussi confirmer ces idées, une expérience intéressante

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Bienaymé*. Cette Commission doit se composer de deux Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres choisis parmi les Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

Les Membres qui obtiennent le plus de suffrages sont :

Dans les Sections de Sc. mathém.	MM. **Morin**	28	suffrages
	Chasles	25	»
Dans les Sections de Sc. phys.	MM. **Dumas**	38	»
	Milne Edwards	18	»
Parmi les Académiciens libres	MM. **de la Gournerie**	35	»
	du Moncel	30	»

En conséquence, la Commission se composera de M. Daubrée, Président en exercice, et de MM. Morin, Chasles, Dumas, Milne Edwards, de la Gournerie, du Moncel.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Monot** présente à l'Académie quelques spécimens des résultats nouvellement obtenus par lui dans la fabrication des diverses sortes de cristal.

« ... L'aventurine s'obtient toujours au moyen de la réduction du cuivre par le fer.

» Pour obtenir une imitation du vermeil, on emploie un verre chargé de cuivre, dont on fait un doublé intérieur d'un cristal quelconque, en couche

que j'ai faite en 1874, à Versailles, sur l'effet des vagues contre une plage entièrement submergée, à une grande distance des extrémités d'un canal factice et figurant un haut-fond. Les ondes *courantes*, qui frappaient cette plage, en passant par-dessus, avaient pour effet d'accumuler l'eau au delà d'elle, de telle sorte que, si l'on cessait de produire des ondes après un certain temps, on reconnaissait distinctement, au moyen de petits flotteurs répandus à la surface, que l'eau revenait en arrière et formait un courant dont la continuité et la durée furent remarqués aussi par M. Bertin. On conçoit que des effets de ce genre doivent être désormais pris en considération dans l'étude de l'établissement des ports.

très-mince ; par l'insufflation d'un gaz réducteur pendant la fabrication, on obtient la métallisation.

» Le craquelé métallisé s'obtient avec un cristal chargé d'oxyde d'argent, avec lequel on fait un triplé dont on déchire la couche extérieure, d'une couleur quelconque; on met ainsi la couche métallisable à nu dans les déchirures; au moyen d'un jet de gaz réducteur, amené avec une certaine pression, on produit de jolis effets métalliques, à teintes variées.

» Pour le genre *cristal de roche,* on avait déjà produit des dessins en creux ; nous sommes les premiers qui ayons réalisé des dessins en relief.... »

(Commissaires : MM. Dumas, Peligot, Fremy.)

M. E. **Ducretet**, à propos de la réclamation de priorité présentée par M. *E. Reynier* sur sa lampe électrique, fait remarquer qu'il n'avait pu avoir connaissance du brevet d'addition pris par M. Reynier le 18 novembre dernier, et qui n'était pas encore livré à la publicité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

BOTANIQUE. — *Le Phylloxera à Panama, sur le* Vitis caribæa *DC.* Extrait d'une Lettre à M. *J.-E. Planchon,* par M. **L. Collot** (¹).

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai retrouvé dans les bois de Panama, sur une vigne indigène sauvage (²) d'une espèce autre que le *Vitis vinifera*, le *Phylloxera vastatrix*. Les feuilles sont chargées de galles s'ouvrant à la face supérieure du limbe et contenant chacune une mère pondeuse aptère entourée d'une cinquantaine d'œufs et de jeunes, conformes les uns et les autres à ceux d'Europe. L'existence du Phylloxera dans ce pays, privé de la culture de la vigne et si éloigné des États-Unis ou de tout autre centre de culture de la vigne, ajoute une nouvelle certitude à votre opinion que le *Phylloxera vastatrix* est un insecte indigène dans l'Amérique du Nord, non introduit d'Europe avec les vignes cultivées.

» La vigne que j'ai rencontrée ici est une liane qui grimpe sur les arbres

(¹) C'est en rade de Panama et à bord du navire *la Junon,* que mon collègue et ami M. Collot m'a écrit, à la date du 10 décembre 1878, la Lettre dont je donne ici l'extrait.

(²) La vigne en question, autant que je puis en juger par les feuilles détachées que m'en a envoyées M. Collot, est le *Vitis caribœa* DC, forme du *Vitis indica* L. (J.-E. Planchon.)

et est encore actuellement en pleine végétation (3 décembre). Je n'ai vu ni grappes de fleurs ni fruits. Le bois n'est couvert de périderme exfolié que dans les parties les plus basses. Ailleurs il est généralement roux et lisse, sauf des poils courts et raides disséminés à sa surface. Les feuilles, le plus souvent entières et cordiformes, sont chargées, à la face inférieure, d'un duvet ferrugineux ou quelquefois blanchâtre (ce dernier surtout sur un pied coupé qui a repoussé avec vigueur). J'ai trouvé, en quelque sorte exceptionnellement, trois ou quatre feuilles divisées en trois lobes par des incisions assez profondes.

» Vous pourrez voir, sur les échantillons que je vous envoie, que les galles ont, à la face supérieure de la feuille qui les porte, une petite ouverture obstruée par des poils, tandis que le côté opposé est constitué par une paroi épaisse à surface muriforme. La pondeuse a le corps gros, globuleux, même après la ponte, de couleur jaune ou légèrement brune, la peau chagrinée par de petits tubercules isolés les uns des autres. Les œufs sont jaunes et leur contour est une ellipse allongée très-régulière. Le petit, jaune clair, montre très-facilement au microscope ses antennes courtes, en forme de fuseau, ses yeux rouges, ses trois paires de pattes, son corps allongé, plus large que la tête, son suçoir, dont la pointe atteint au moins l'extrémité postérieure du corps. Je vous donne ces détails pour vous montrer que c'est bien au Phylloxera connu que j'ai affaire. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi de l'huile d'asphalte contre le Phylloxera.* Lettre de M. **Berton** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La destruction du Phylloxera serait d'une telle importance pour la fortune de la France, qu'aucun moyen pouvant conduire à ce résultat ne doit être négligé. C'est cette considération qui me détermine à vous communiquer un renseignement que j'ai retrouvé, il y a quelques jours, en feuilletant les Notes d'un voyage en Orient, accompli il y a quarante ans.

» Au moment où j'allais entreprendre l'exploration de la mer Morte, je fus informé, par un évêque indigène qui passait pour érudit, que, parmi les produits minéralogiques de cette contrée, je trouverais en abondance l'asphalte, qui avait donné son nom à cette mer intérieure, et d'où, au moyen âge, on avait extrait l'huile précieuse qui avait alors sauvé

les vignobles du sud de la Judée, en les débarrassant d'un ver qui attaquait la racine des ceps et les faisait tous périr.

» Ce ver était-il le Phylloxera? Je l'ignore absolument; mais il ne serait pas difficile de se procurer de l'asphalte de la mer Morte, d'en extraire l'huile de naphte qui s'y trouve et d'en essayer l'effet sur des ceps atteints par le Phylloxera. »

VITICULTURE. — *Lettre à M. le Président de la Commission du Phylloxera;* par M. Truchot.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens de lire, dans le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France*, la première partie de l'important Rapport de la Commission internationale de Viticulture au sujet de l'examen des vignes phylloxérées, et je vous serais très-reconnaissant de vouloir bien accueillir quelques mots de rectification en ce qui concerne le passage relatif à la visite de notre tache phylloxérée de Mezel.

» A la suite de la conférence donnée à Pont-du-Château par M. Julien, mon savant collègue à la Faculté des Sciences de Clermont reçut de M. Archimbaud des détails indiquant la présence du Phylloxera à Mezel, et il constatait ensuite sur place la présence du terrible puceron. C'est à tort que M. le rapporteur m'attribue ce qui appartient à M. Julien.

» M. le rapporteur ajoute que la Commission « remarquait l'amélioration notable, suite du traitement, mais constatait avec tristesse, au lieu de l'anéantissement complet de la tache, sa récente et trop réelle extension ».

» Je crains que les lecteurs du Rapport ne tirent de ce passage la conclusion que les efforts que nous avons faits pour combattre le fléau ont échoué, puisque la tache s'est étendue. Il me suffira, je pense, d'ajouter un mot, un chiffre, pour donner à la phrase du Rapport sa véritable signification.

» Au début, en mai 1875, la surface envahie, et que nous avons traitée au moyen du sulfocarbonate de potassium, était de 1 hectare; aujourd'hui, en suite de l'adjonction des taches qui se sont révélées successivement autour de la principale, cette surface est de 1 hectare et demi.

» Lorsque les taches qui ont été signalées ailleurs, à la même époque, se sont étendues jusqu'à envahir aujourd'hui plus de vingt villages, il me semble que ce n'est pas avec un autre sentiment que celui d'une véritable

satisfaction qu'il y avait lieu de constater le résultat que nous avons obtenu. Tel a été, du reste, le sentiment qui nous a été exprimé, sur les lieux, par la plupart des membres de la Commission. Ces Messieurs se sont plu à rendre hommage à l'initiative généreuse et intelligente du Conseil général du Puy-de-Dôme, qui provoquait, dès sa session de 1874, des mesures analogues à celles ordonnées dans ces derniers jours par le Gouvernement, mesures qui ont fait découvrir le foyer ignoré jusque-là, et qui ont permis de combattre le mal au début, aux frais du Gouvernement, de le circonscrire, à peu de chose près, sur la surface qu'il occupait lorsqu'il a été découvert, et de préserver ainsi jusqu'ici les vignes voisines du fléau qui, sans sa prévoyance, se serait étendu sur une aussi large échelle que dans les contrées où les mêmes mesures n'ont pas été prises.

» La Commission paraît accorder une préférence marquée au traitement direct par le sulfure de carbone sur les sulfocarbonates. Qu'il me soit permis, à cet égard, de faire remarquer que, lorsque nous avons dû commencer notre guerre au Phylloxera, nous savions que, jusqu'alors, trop souvent, par l'emploi du sulfure de carbone, la vigne avait été tuée avec le Phylloxera. Si un pareil malheur nous fût arrivé, les obstacles que nous avons rencontrés de la part des propriétaires pour obtenir la permission de traiter leurs vignes, sans aucun frais à leur charge, pas même de main-d'œuvre, seraient certainement devenus insurmontables. Nous aurions été condamnés à assister désarmés aux progrès du fléau.

» Nous devons à l'emploi des sulfocarbonates l'innocuité du traitement, la renaissance des vignes traitées, que M. le rapporteur veut bien reconnaître, la disparition des répugnances manifestées au début par les vignerons, et enfin l'affranchissement, depuis quatre ans, du département, qui aura pu ainsi attendre, sans être envahi, les mesures plus radicales que l'avenir peut nous offrir pour le préserver d'une manière définitive. »

M. Maupas, M. Berbey, M. J. Roze, M. Aubréville adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Al. Perrey demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire sur les tremblements de terre, Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *L. Prunier,* portant pour titre : « Recherches sur la quercite ».

Cette brochure sera renvoyée au Concours du prix Jecker.

M. **Daubrée** présente, de la part de MM. *Falsan* et *Chantre,* délégués de l'Académie pour la conservation des blocs erratiques, le Catalogue détaillé de ceux de ces blocs qui sont les plus remarquables au point de vue de l'histoire des phénomènes glaciaires. Sur 1140 blocs qui figurent dans ce Tableau et qui feront l'objet d'une publication spéciale, il en est 140 qui méritent particulièrement d'être conservés. MM. Falsan et Chantre ne négligent aucun effort pour arriver à ce résultat.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1878.

Les plus hautes eaux ont été observées le 31 décembre au pont Royal, à $4^{m},59$, et au pont de la Tournelle, le même jour, à $3^{m},48$.

Les plus basses eaux, au pont Royal, les 11 et 19 août à $1^{m},60$, et au pont de la Tournelle, les 11, 12 et 19 août, à $0^{m},03$ au-dessous de zéro.

La moyenne a été de $2^{m},43$ au pont Royal et de $1^{m},24$ au pont de la Tournelle.

M. **Aristide Marre** communique la copie d'une Lettre inédite du marquis de l'Hospital, qui fait partie de sa correspondance, conservée à la Bibliothèque nationale, fonds français, n° 25308.

Cette Lettre est relative à la solution de l'équation

$$Ax^2 + 1 = y^2,$$

proposée par Fermat; elle a été étudiée depuis et résolue par Lagrange et par Legendre, qui lui consacre, dans son Livre sur la *Théorie des nombres,* un Chapitre important (1).

(1) Troisième édition, t. I, p. 58.

Le marquis de l'Hospital, sans résoudre le problème, entre autres indications remarquables, propose le théorème suivant :

Si l'on a une première solution

$$x = \alpha, \quad y = \beta,$$

on en aura une seconde en prenant

$$x = 2\alpha\beta, \quad y = 2A\alpha^2 + 1;$$

de cette seconde on en déduira une troisième, et ainsi de suite indéfiniment.

ASTRONOMIE. — *Observations des satellites de Saturne, faites à l'Observatoire de Toulouse, en 1877 et 1878, avec le grand télescope Foucault.* Note de M. B. **Baillaud**.

« Les observations qui suivent ont été faites par M. Perrotin de la même manière que celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 26 mars 1877. Les observations du 20 juillet et du 20 septembre 1877 ont été faites par M. Tisserand.

» J'ai discuté les observations de Thétys et de Dione, faites en 1877, par la méthode indiquée par M. Tisserand dans la Communication de l'année dernière, en vue d'en déduire le diamètre apparent de l'anneau. Les valeurs trouvées pour dp_0 sont :

Thétys....................	$dp_0 = -0'',22$
Dione.....	$dp_0 = -0,28$

J'avais adopté pour dp_0 la valeur 40'',51. La concordance des deux résultats est peut-être digne de remarque. La valeur du diamètre apparent à laquelle ils conduisent est 40'',0. La différence entre cette valeur et la précédente, qui avait été obtenue par M. Tisserand d'après les observations de 1876, résulte sans doute du changement de position de l'anneau. Les circonstances n'ayant pas permis l'observation de Rhéa dans la position nord-est, la déduction du diamètre apparent au moyen des observations de ce satellite ne pourrait être faite par les mêmes procédés et ne pourrait résulter que d'un travail sur l'ensemble des observations.

MIMAS.

				Élongation.
1877.	Sept.	8	10h56m,0	O.
		9	10.27,0	O.
		27	8.12,4	O.
		28	7. 2,3	O.
	Oct.	2	12.42,2	E.
		3	11.15,2	E.
		5	8.15,1	E.
		12	10. 1,0	O.
1878.	Sept.	29	10.45,6	E.

ENCELADE.

				Passage.
1877.	Oct.	28	10h22m,6	N.-E.

THÉTYS.

				Passage.
1877.	Août	16	12h25m,5	S.-E.
	Sept.	4	9.22,1	S.-E.
		8	10.56,0	S.-O.
		9	9.33,4	N.-E.
		10	8.15,4	S.-O.
		20	10.19,1	N.-O.
		25	10.31,5	S.-O.
		26	9.11,4	N.-E.
		27	7.49,4	S.-O.
	Oct.	5	12.38,1	N.-O.
		6	11. 7,1	S.-E.
		7	9.47,1	N.-O.
		12	10. 8,0	S.-O.
		24	9.43,7	N.-O.
		28 { 1er contact.	11.10,6	N.-E.
		28 { 2e contact.	11.16,6	N.-E.
	Nov.	1	5.50,5	N.-E.
		15	9.37,3	S.-O
1878.	Août	5	13. 2,0	S.-O.
	Oct.	13	10. 9,6	N.-E.

DIONE.

				Passage.
1877.	Sept.	14	9h19m,8	S.-E.
		28	9.23,3	S.-O.
		29	10.15,3	N.-O.

DIONE.

			Passage.
		h m	
1877. Oct.	2............	11.48,2	N.-E.
	3............	12.53,2	S.-E.
	10............	8.58,0	N.-O.
	24............	9. 9,7	N.-E.
	28............	11.35,6	S.-O.
Nov.	1............	6.23,5	N.-O.
1878. Août	17............	11. 0,7	S.-E.
Nov.	15............	9.51,1	N.-E.

RHÉA.

			Passage.
		h m	
1877. Juillet	20............	11.34,2	S.-E.
	29............	12.11,9	S.-E.
Sept.	8............	12.15,0	S.-O.
	10............	9.23,9	N.-O.
	26............	13.29,4	S.-O.
	28............	10.42,3	N.-O.
Oct.	7............	11.11,1	S.-O.
	13............	10.18,1	S.-E.
Nov.	1............	7.19,5	S.-E.
1878. Août	13............	11.44,8	N.-O.
Sept.	29............	12. 7,6	S.-E.
Oct.	13............	10.18,1	S.-E.

TITAN.

			Passage.
		h m	
1877. Sept.	12............	10.34,9	N.-E.
	28 { 1er contact..	8.16,3 }	N.-E.
	28 { 2e contact..	8.40,3 }	N.-E.

Passage de Titan sur le disque de Saturne.

		h m	
1877. Août	3............	{ 13.58,0	1er contact.
		{ 14.27,0	2e contact.

Entrée de l'ombre de Titan sur le disque de Saturne.

1877. Sept.	20............	$10^h 11^m,3$	1er contact.

» Les observations ont été presque impossibles en 1878, par suite de la position de l'anneau. »

SPECTROSCOPIE. — *Nouveau prisme composé, pour spectroscope à vision directe, de très-grand pouvoir dispersif.* Note de M. **A. Thollon**, présentée par M. Desains.

« Le prisme à sulfure de carbone que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est doué d'un pouvoir dispersif extraordinaire. Au lieu d'être clos latéralement par des lames à faces parallèles, il l'est par des prismes en crown, dont les angles réfringents sont en sens opposé de celui du sulfure. Les milieux réfringents sont distribués comme dans le prisme d'Amici, avec cette différence que les angles des crowns sont beaucoup plus petits et qu'à l'entrée comme à la sortie le rayon lumineux passe toujours entre le sommet de l'angle et la normale à la face. Ce système tient donc le milieu entre le prisme simple et le prisme à vision directe; la déviation est moindre que dans le premier et la dispersion plus grande que dans le second. De plus, l'absorption est à peu près nulle, et l'on n'a plus à redouter les défauts d'homogénéité dus au collage des surfaces. Enfin, l'indice relatif du crown et du sulfure de carbone étant toujours très-petit, les défauts des surfaces de séparation des milieux sont considérablement atténués.

» Néanmoins, il est bon d'observer que, dans ce système, la face d'émergence agit en multipliant par un facteur plus grand que l'unité tous les effets de réfraction produits par le prisme; il importe à la fois d'avoir de bons prismes et d'éviter les trop grandes émergences. M. Laurent s'est chargé de faire d'excellentes surfaces; j'ai calculé les angles et nous sommes ainsi parvenus à résoudre ce problème délicat.

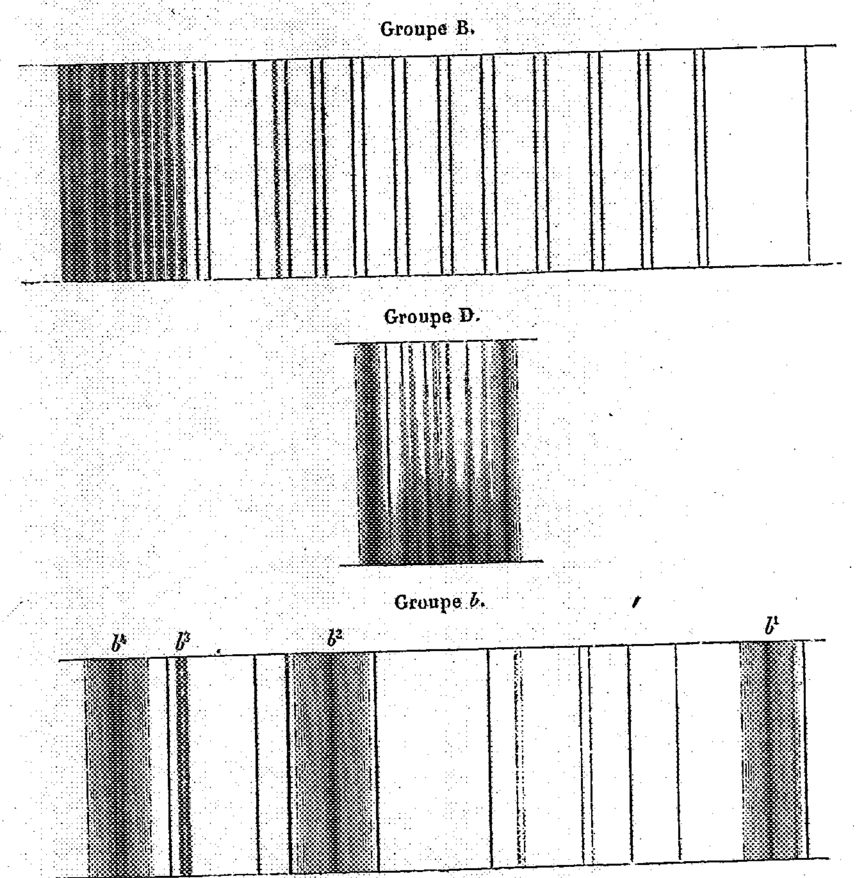
» Pour se faire une idée exacte du pouvoir dispersif du prisme obtenu dans ce premier essai, il suffira de comparer les nombres suivants, qui donnent la distance angulaire des raies D dans des prismes de 60 degrés traversés au minimum de déviation par la lumière du sodium :

Flint d'indice 1,61	20″
Flint d'indice 1,63	23
Sulfure de carbone	45
Nouveau prisme composé	2′. 0

Il est bon de noter que cette énorme dispersion est obtenue sans qu'il y ait exagération ni dans les incidences ni dans la courbure des raies.

» Ces résultats bien constatés, j'ai songé à substituer aux prismes simples les nouveaux prismes composés, dans le spectroscope décrit aux

Comptes rendus (t. LXXXVI, p. 329 et 595). En conséquence, M. Laurent m'a fait deux nouveaux prismes à sulfure et deux demi-prismes avec retour du rayon lumineux, et il les a montés dans un appareil provisoire, à vision directe, qui fonctionne parfaitement. La dispersion ainsi obtenue est énorme; elle équivaut à celle de seize prismes à sulfure de carbone de 60 degrés, ou de trente et un prismes d'indice 1,63. Avec un grossissement de 15 à 20 fois, le spectre a une longueur d'environ 15 mètres. La distance angulaire des raies D est de 12'; celle qu'avait obtenue M. Gassiot n'était que de 3'6"; la distance apparente des mêmes raies est de 16 à 18 millimètres.



» Les figures ci-dessus représentent, tels qu'on les voit dans le champ de la lunette, les groupes B, D et *b* de Fraunhofer. Il manque dans le groupe *b* cinq ou six raies fines et faibles, que l'absence du soleil ne m'a pas permis de dessiner. Les groupes D et B sont complets. Mon installation

ne m'ayant pas permis d'observer le Soleil près de l'horizon, je ne suis pas sûr de l'exactitude des ombrés qui accompagnent les raies comprises entre D_1 et D_2, mais je suis sûr de l'existence et de la position relative de ces raies.

» Les raies du sodium et du magnésium présentent un noyau noir assez large, se dégradant en une nébulosité qui ne se résout pas et se fond insensiblement dans le spectre continu. Ces nébulosités paraissent exactement symétriques par rapport à leur noyau. Un grand nombre de raies se dédoublent, et toutes celles que j'ai ainsi résolues appartiennent à deux substances différentes : telles sont b_3, b_4 et la moins réfrangible des raies E. Cette dernière est d'une résolution très-difficile. La bande sombre qui se trouve dans la raie B se résout en quatorze raies très-noires et d'une netteté parfaite. L'aspect de ce groupe ainsi résolu est d'un effet saisissant. Enfin, les raies de l'hydrogène *c* et F offrent un caractère si particulier, qu'il est toujours facile de les reconnaître quand on les a observées une fois. F est une nébulosité sans noyau; *c* semble tenir le milieu entre la nébulosité et la raie ordinaire; elle est mieux définie que la première, mais elle semble avoir moins de consistance et de netteté que la seconde. J'ajouterai que, une circonstance imprévue m'ayant permis d'observer quelques instants l'arc électrique, les spectres du fer, du cuivre, du magnésium se sont montrés avec un éclat et une netteté admirables. Mais le spectre du carbone observé entre les deux charbons est d'une magnificence qui défie toute description.

» La grande dispersion de mon appareil permet en quelque sorte d'étudier la constitution intime des raies spectrales, et les observations que j'ai pu faire jusqu'à ce jour s'accordent très-bien avec les études si intéressantes que M. Gouy fait sur les flammes colorées. Les instruments à très-grande dispersion sont appelés, je crois, à rendre d'importants services à la Science, soit en aidant à résoudre certains problèmes, soit en contrôlant les théories émises [1]. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectroscope de M. Thollon*. Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Desains.

« M. Thollon m'ayant confié la construction du spectroscope dont les

[1] Tous les essais et études préliminaires nécessités par le but que je poursuis depuis longtemps ont été faits à la Sorbonne, au Laboratoire d'enseignement de Physique.

Comptes rendus ont publié la description et la théorie, nous avons reconnu qu'il y avait lieu de créer plusieurs modèles, afin de satisfaire aux besoins actuels de la Science. Le modèle que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie est, avant tout, un spectroscope solaire. Sa dispersion dépasse, d'un quart au moins, celle de l'instrument qu'employait le P. Secchi pour observer les protubérances; elle est trop grande pour les opérations ordinaires de la Chimie, mais elle offre de grands avantages dans toutes les recherches qui exigent une grande précision.

» Afin de réunir une grande dispersion à la précision des mesures, les prismes simples qui constituaient le premier modèle construit par M. Thollon ont été remplacés par des prismes composés, analogues à ceux de M. Grubb; mais, tandis que ceux-ci ont été calculés pour éviter la courbure des raies, ceux qui sont dans mon appareil l'ont été au point de vue de la dispersion seulement; néanmoins, la courbure des raies est ici à peine appréciable. Cela a permis de n'employer que deux pièces mobiles qui restent toujours symétriques par rapport à l'axe de l'instrument.

» Une vis tangente, à tête divisée en 100 parties, fait mouvoir les deux prismes et fait en même temps tourner un pivot vertical, surmonté aussi d'une tête divisée; sur celle-ci, on lit le nombre de tours qu'a faits la vis pour amener une raie sur le réticule, et les fractions de tour sont données par la tête de la vis elle-même. Pour parcourir tout le spectre depuis A jusqu'à H, la vis doit faire dix tours et $\frac{86}{100}$ de tour. Or, les dixièmes de division pouvant s'apprécier et la précision des pointés permettant de les faire entrer en ligne de compte, l'échelle se compose, en réalité, de plus de 10800 divisions. Des déterminations, faites à diverses reprises et par différents opérateurs, concordent à moins de deux unités de cet ordre; on peut donc affirmer que l'erreur commise dans la détermination d'une raie ne dépasse jamais et atteint à peine celle qui peut affecter les longueurs d'onde les plus exactement mesurées.

» Les variations de température font que la même raie ne correspond pas toujours au même numéro de l'échelle, ainsi que cela arrive dans les autres spectroscopes; mais l'intervalle des raies ne varie pas sensiblement, et, en choisissant l'une d'elles pour point de repère, on peut toujours déterminer la position d'une raie avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

» La dispersion de ce spectroscope est équivalente à celle de quatre prismes en flint de densité moyenne. La distance angulaire des raies D est égale à 1'20".

» La lumière ayant à traverser un très-grand nombre de surfaces, il est

essentiel que celles-ci soient travaillées avec le plus grand soin; elles doivent être aussi planes que possible et toutes perpendiculaires à un même plan. Les angles des prismes doivent aussi être bien égaux; leur position est réglée par des moyens optiques appropriés. La lunette étant au point pour une raie centrale, on peut parcourir tout le spectre sans avoir besoin de toucher à l'oculaire; l'œil s'accommode à la faible différence des divers foyers.

» L'appareil est monté sur un pied à genou, mais il pourrait s'adapter à l'oculaire d'une forte lunette. La construction de la fente est particulièrement soignée. De forts ressorts, convenablement placés, évitent tout jeu dans l'appareil. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination des variations de niveau d'une surface liquide.* Note de M. É. Renou, présentée par M. Daubrée.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie le 23 décembre, M. Le Châtelier décrit un procédé pour déterminer avec précision les variations de niveau d'une surface liquide, au moyen d'une pointe noyée dans ce liquide.

» J'ai décrit ce procédé dans les *Instructions météorologiques* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. III, p. 99, année 1855, et p. 27 du tirage à part). On y lit ce qui suit :

« On obtient des résultats d'une précision presque mathématique en se servant de pointes dorées ou garnies de platine, plongées entièrement dans l'eau et regardant en haut; le contact de ces pointes avec la surface du liquide s'évalue au moins aussi exactement que celui de la pointe d'ivoire avec le mercure. Ce procédé si simple aura, je crois, des applications dans les observations astronomiques, car on obtient ainsi des niveaux remarquables.

» ... L'emploi du même procédé permettra aussi de déterminer, avec plus d'exactitude qu'on ne l'a fait autrefois, le poids du décimètre cube d'eau. »

» J'ajouterai qu'on obtient ainsi très-aisément les niveaux, avec la précision du centième de millimètre. Pour obtenir les millièmes de millimètre, il y a de grandes difficultés : les moindres vibrations produites par les voitures, la marche d'un homme, la musique même, empêchent toute détermination précise; mais la plus grande difficulté provient des variations de la température. Si l'on opère sur une hauteur d'eau de 20 centimètres, chaque dixième de degré augmente la hauteur de 1 centième de millimètre, dans les températures moyennes. On peut construire un pluviomètre simple et commode, avec un cylindre dont on n'a besoin de con-

naître ni les dimensions ni la forme, dans certaines limites bien entendu; une vis à pas de 1 millimètre et fixée à un petit tambour gradué donne les hauteurs en centièmes de millimètre.

» Un pluviomètre de ce modèle a été construit sur mes indications et a fonctionné d'une manière très-satisfaisante pendant plus de vingt ans.

» L'emploi de pointes en métal dur et inaltérable aux acides, que j'ai prescrit dans les *Instructions météorologiques*, convient à cause de la nécessité de les débarrasser d'encroûtements qui s'y font promptement dans les eaux qui ne sont pas d'une pureté absolue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des dérivés uriques de la série de l'alloxane.* Deuxième Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Wurtz.

« Dans une première Note, j'ai annoncé que, en traitant un mélange d'acide malonique et d'urée par l'oxychlorure de phosphore, on obtient une masse jaune, fournissant de l'alloxantine par l'action successive de l'acide azotique et de l'hydrogène sulfuré.

» Depuis, j'ai constaté que le produit direct de l'action de l'oxychlorure de phosphore est la malonylurée elle-même $C^4H^4Az^2O^3$ (*acide barbiturique* de Baeyer), mélangée d'une substance amorphe, jaune, peu soluble dans l'eau.

» La réaction peut être représentée par l'équation

$$\underbrace{3C^3H^4O^4}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{malonique.}}} + \underbrace{3COAz^2H^4}_{\text{Urée}} + \underbrace{2PhOCl^3}_{\substack{\text{Oxychlorure}\\ \text{de phosphore.}}} = \underbrace{3C^4H^4Az^2O^3}_{\text{Malonylurée.}} + \underbrace{2PhO^4H^3}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{phosphorique.}}} + \underbrace{6HCl.}_{\substack{\text{Acide}\\ \text{chlorhydrique.}}}$$

» Pour préparer la malonylurée, on mélange intimement une partie d'acide malonique, une partie d'urée, et l'on ajoute une partie d'oxychlorure de phosphore. On chauffe le tout au bain-marie pendant deux heures, et l'on reprend la masse par dix parties d'eau bouillante. On laisse refroidir jusqu'à 20 degrés pour séparer une substance jaune, floconneuse, qui se dépose presque immédiatement. On abandonne ensuite la liqueur à elle-même pendant vingt-quatre heures, et l'on recueille de la malonylurée en mamelons cristallins, mêlés avec de la substance amorphe. On reprend cette malonylurée impure par cinquante fois son poids d'alcool bouillant, et l'on purifie les cristaux par une recristallisation dans dix fois leur poids d'eau.

» La malonylurée ainsi obtenue est absolument pure, quoique souvent colorée en jaune pâle; le rendement est faible après ces diverses cristallisations, car il n'est que de 20 à 25 pour 100 de l'acide malonique mis en réaction.

» Soumise à l'analyse, elle a donné des chiffres concordant avec la formule $C^4H^4Az^2O^3$; elle présente tous les caractères indiqués par M. Baeyer. Elle est en prismes transparents, efflorescents, perdant toute leur eau de cristallisation à 100 degrés. Traitée par les divers réactifs, elle a fourni de nombreux dérivés qui la caractérisent : elle a été transformée par l'acide azotique en dérivé nitré (*acide diliturique*) $C^4H^3(AzO^2)Az^2O^3$, par l'azotate de potasse en un sel du dérivé nitrosé, le *violurate de potasse*, par le brome à 100 degrés, en dérivé bibromé (*acide dibromobarbiturique*).

» J'ai de même préparé les autres termes de la série : le thionurate d'ammoniaque par l'action du sulfite d'ammoniaque sur le dérivé nitrosé (*acide violurique*), l'uramile par la réduction de ce dernier au moyen du chlorure stanneux.

» Enfin l'alloxantine a été obtenue par l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'acide dibromobarbiturique. On dissout ce corps dans dix fois son poids d'eau bouillante, et l'on fait passer pendant plusieurs heures un courant d'hydrogène sulfuré dans la solution chauffée au bain-marie. La liqueur, filtrée bouillante, laisse déposer, après quelque temps, de beaux cristaux qui possèdent toutes les propriétés de l'alloxantine $C^8H^4Az^4O^7$, précipitant l'eau de baryte en violet, donnant de l'uramile (amido-malonylurée) $C^4H^3(AzH^2)Az^2O^3$ par l'action du chlorhydrate d'ammoniaque. Oxydée par l'acide azotique étendu, cette alloxantine a donné de l'alloxane $C^4H^2Az^2O^4$.

» Quant à la murexide, on l'a obtenue en traitant l'uramile provenant de l'alloxantine par l'oxyde de mercure, d'après le procédé indiqué par Liebig et Wöhler.

» Dans l'action de l'oxychlorure de phosphore sur le mélange d'acide malonique et d'urée, il se forme, avons-nous dit, une matière jaune floconneuse, peu soluble; cette substance paraît être un produit de condensation de la malonylurée. En effet, on peut l'obtenir en prenant de la malonylurée pure et la chauffant avec de l'oxychlorure de phosphore; de plus, on peut la transformer en malonylurée dibromée, en la chauffant à 100 degrés avec de l'eau et du brome. La malonylurée dibromée, ainsi préparée, a été caractérisée par l'ensemble de ses propriétés et de ses réactions, ainsi que par le dosage du brome.

» Quand on traite l'acide tartronique (oxymalonique) $C^4H^4O^5$ de la même manière que l'acide malonique, on obtient également des dérivés uriques, probablement l'acide dialurique (oxymalonylurée) $C^4H^4Az^2O^4$. La formation de ces dérivés uriques permet de caractériser l'acide malonique et l'acide tartronique; il suffit de chauffer une trace de l'un de ces acides dans une petite capsule, avec une pincée d'urée et deux ou trois gouttes d'oxychlorure, puis de traiter le résidu par l'acide azotique et l'ammoniaque, comme on le fait avec l'acide urique, pour obtenir une magnifique coloration pourpre.

» Les recherches précédentes montrent que la synthèse totale de tous les dérivés de l'acide urique a été réalisée, mes travaux précédents ayant fait connaître la reproduction de l'oxalylurée (acide parabanique) et celle de l'allantoïne. »

CHIMIE INORGANIQUE. — *De l'action de la diastase, de la salive et du suc pancréatique sur l'amidon et le glycogène.* Note de MM. **F. Musculus** et **J. de Méring.**

« *Conclusions.* — Il résulte de nos expériences que :

» 1° La salive et le suc pancréatique fournissent avec l'amidon les mêmes produits de dédoublement que la diastase, à savoir : dextrines réductrices, maltose et glucose.

» 2° Le glycogène donne, comme l'amidon, des dextrines réductrices, de la maltose et de la glucose sous l'influence de la salive et de la diastase.

» 3° Les dextrines du glycogène diffèrent de celles de l'amidon en ce qu'elles sont moins hygroscopiques et que leur pouvoir réducteur est moindre. De plus, il se produit, dans la saccharification du glycogène, une dextrine inattaquable par la diastase et la salive, quand le pouvoir réducteur est arrivé à 37, ce qui n'arrive avec l'amidon que quand le pouvoir réducteur est de 50.

» La diastase agit moins énergiquement sur le glycogène que la salive.

» 4° Il n'existe qu'un glycogène, soit que l'animal d'où il provient ait été nourri exclusivement avec des hydrates de carbone, soit qu'il ait été nourri avec des substances albuminoïdes.

» 5° L'existence de dextrines réductrices et à pouvoir réducteur variable qui accompagnent la maltose et la glucose démontre la nécessité d'avoir

recours à la fermentation pour la détermination du sucre dans les liquides de l'économie, et explique, à notre avis, les divergences qui existent entre les résultats obtenus par les différents expérimentateurs suivant qu'ils ont employé la méthode de fermentation ou qu'ils se sont contentés de la réduction avec la liqueur bleue. L'un de nous (Méring, *Dubois Archiv*, 1877) a, en effet, constaté que le pouvoir réducteur de l'extrait alcoolique du sang de la veine porte, après une nourriture amylacée, augmente de 25 pour 100 quand on le chauffe avec de l'acide sulfurique dilué. Cette augmentation est-elle due à la présence de la maltose, ou d'une dextrine, ou aux deux à la fois?

» C'est ce que nous espérons pouvoir déterminer à l'aide de la fermentation. »

HELMINTHOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le développement et les métamorphoses des Tænias.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Robin.

« Il y a trente ans à peine que l'on sait que les vers vésiculaires sont des larves de Tænias. Le fait a été établi par les belles expériences de MM. Van Beneden, de Siebold, Leuckart, Küchenmeister, etc., dans lesquelles ces expérimentateurs, faisant avaler à des carnassiers des vers vésiculaires, ont vu ces vers se transformer en Tænias adultes dans les intestins de ces quadrupèdes. De ces expériences ces auteurs ont conclu, non-seulement que les vers vésiculaires étaient des formes imparfaites de Tænias et non des espèces déterminées ou des vers égarés, malades et hydropiques, comme on le croyait avant eux, mais encore qu'*il était indispensable* que ces vers vésiculaires fussent ingérés par un carnassier, un omnivore, un animal étranger enfin, pour pouvoir arriver à l'état parfait, c'est-à-dire à la forme rubannaire et sexuée.

» Cette dernière hypothèse rendait bien compte de l'origine des Tænias des carnassiers et de certains des omnivores (des Tænias à crochets), mais elle était impuissante à expliquer l'origine des Tænias des herbivores (des Tænias inermes). En effet, le cheval, le bœuf, le mouton, le lapin, etc., présentent souvent des Tænias adultes, et cependant ils ne dévorent aucun être susceptible d'héberger les scolex de leurs Tænias.

» Plusieurs autopsies de chevaux et celles de nombreux lapins de garenne m'ont donné, dans ces derniers temps, le mot de l'énigme. Chez ces animaux, leurs vers vésiculaires (un Échinocoque pour le cheval et

le *Cysticercus pisiformis* pour le lapin), quand ils se développent dans des cavités adventives en communication immédiate avec l'intérieur de l'intestin, cavités résultant de l'agrandissement de follicules ou de glandules dans lesquels les embryons hexacanthes se sont introduits, ou même quand ces vers deviennent libres dans la cavité du péritoine (chez le lapin sauvage), ils continuent leurs métamorphoses sur place et arrivent à l'état adulte, c'est-à-dire rubannaire et sexué, sans quitter l'organisme dans lequel ils ont pénétré à l'état d'œuf microscopique (ayant de $0^{mm},030$ à $0^{mm},070$ de diamètre), soit avec l'eau des boissons, soit avec des aliments herbacés; seulement, dans ce cas, ils donnent un Tænia inerme, tandis que, si le même ver vésiculaire est ingurgité par un carnassier ou un omnivore, il devient, dans les intestins de ces derniers, un Tænia armé, c'est-à-dire qu'ici il conserve les crochets du scolex dont il provient et que dans le premier cas il les perd.

» Certains Tænias inermes et certains Tænias armés sont donc deux formes adultes et parallèles du même ver, et les différences, souvent très-grandes, qu'ils présentent, comme, par exemple, le *Tænia perfoliata* du cheval et le *Tænia echinococcus* ou *Tænia nana* du chien, qui proviennent du même ver vésiculaire, sont dues exclusivement à la différence des terrains et des habitations dans lesquels se sont accomplies leurs dernières métamorphoses. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les îles Majorque et Minorque* (suite). Note de M. **Henri Hermite**, présentée par M. Hébert [1].

« La formation lacustre (éocène inférieur) dont j'ai parlé dans ma dernière Note [2] est directement surmontée par les calcaires nummulitiques appartenant à l'éocène moyen, comme on peut le constater à Binisalem; mais entre ces deux formations il paraît exister une assez grande lacune, car, au Puig d'Onofre, les eaux qui ont déposé les calcaires nummulitiques ont raviné les couches lacustres, et, à Alaro et sur beaucoup d'autres points, ils reposent directement sur les assises néocomiennes, ce qui démontre leur complète indépendance.

» La puissance de cet étage peut s'évaluer à environ 100 mètres; il se compose, dans le nord de l'île, de calcaires surmontés de conglomérats.

---

(1) Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1097.

Les calcaires renferment à leur base des bancs pétris de *Nummulites perforata* (sud de l'île). On y rencontre encore, mais plus rarement, *Hemiaster nux, Serpula spirulæa*, etc.

» L'éocène supérieur et le miocène inférieur paraissent complétement faire défaut, car les couches les plus anciennes que j'aie vues au-dessus de l'éocène moyen sont des calcaires à clypéastres, qui appartiennent au miocène moyen. Entre ces couches et le terrain nummulitique il existe, sur plusieurs points, une discordance de stratification des plus accusées, puisque, près de Muro, les calcaires à clypéastres reposent sur l'éocène inférieur et, à Alcudia, sur les terrains jurassiques.

» Aux couches à clypéastres succèdent des calcaires à *Ostrea crassissima*; on peut les observer à Belver, à Ariany; ils terminent la série du miocène moyen.

» Le miocene supérieur commence par des calcaires à nombreux petits cérithes visibles aux environs de Belver; il se termine par des calcaires assez épais renfermant de nombreuses empreintes de mollusques. A Santañy, ces calcaires sont caractérisés par *Pecten subbenedictus, Lucina reticulata, Turbo, Cerithium scabrum* (*V. angustum*), *Cerithium vulgatum* (*C. minutum*).

» Je n'ai pu constater sur aucun point de l'île la présence du pliocène marin, mais à cette époque il existait à l'est de Palma un lac assez restreint, qui a déposé des assises peu puissantes de calcaires renfermant assez abondamment une grande Physa et une *Bithynia* appartenant à des formes disparues. L'espèce la plus commune est la *Melania tuberculata*, qui ne vit plus actuellement à Majorque; mais elle est encore très-répandue dans les eaux douces d'une grande partie du littoral méditerranéen.

» Les terrains quaternaires anciens commencent par des poudingues renfermant une très-grande quantité de mollusques qui vivent encore aujourd'hui dans la Méditerranée. Cette formation ne s'éloigne pas des rivages actuels; son altitude au-dessus du niveau moyen de la mer est d'environ 3 mètres et ses bancs inférieurs plongent sous l'eau. Les calcaires à *Helix* qui la surmontent s'élèvent au contraire à une hauteur plus considérable, puisqu'au village de Cap-de-Pera ils atteignent environ 40 mètres.

» Les couches à *Helix* sont horizontales, mais l'inclinaison des petits lits qui les composent annoncent une stratification de courants. Sur plusieurs points on constate qu'elles ont été déposées par la mer, dans des vallées étroites préexistantes. On les observe à l'est de Palma, où elles renferment des *Helix* et des Cyclostomes qui vivent encore dans l'île. A An-

draitx, on y rencontre de nombreux petits mollusques gastéropodes marins (*Lacuna, Cerithium*, etc.). Cette formation contourne l'île et s'éloigne peu des côtes. A Minorque, au contraire, elle recouvre presque entièrement l'île, sauf quelques points très-élevés. Les différentes couches quaternaires se sont déposées à une époque où le climat et la configuration orographique de la partie de Majorque qui était émergée étaient très-analogues à ce qui existe aujourd'hui.

» Je reviendrai plus tard sur l'étude des roches éruptives qui existent sur un grand nombre de points de la chaîne de montagnes principale, mais dont le rôle a été exagéré par M. Bouvy.

» *Oscillations. Majorque et Minorque.* — Un grand nombre d'oscillations ascendantes et descendantes ont affecté la surface occupée par Majorque et Minorque. Le grand nombre de lacunes que l'on constate dans les différents étages géologiques montre qu'à partir du néocomien ces îles ont été plus souvent émergées qu'immergées.

» En commençant leur histoire à l'époque dévonienne, on voit que Minorque était recouverte par des eaux marines peu profondes, ainsi que l'attestent la nature des sédiments et les nombreux débris de végétaux terrestres qu'on y rencontre.

» Si l'on ne peut affirmer l'émergement de ces îles pendant toute la période carbonifère, l'absence de dépôts permiens démontre suffisamment qu'à ce moment elles se trouvaient au-dessus de la surface des eaux de la mer. Immergées de nouveau pendant la période triasique, ces îles reparurent pendant que se formaient les sédiments de l'infra-lias et du lias inférieur. Une oscillation descendante les replonge sous les eaux du lias moyen. A partir de cette époque jusqu'au moment où se sont déposées les couches à *Ammonites transitorius*, on ne possède encore que trop peu de documents pour pouvoir préciser avec exactitude les faits. Après la formation de ces dernières assises, elles auraient encore réapparu pendant quelque temps, pour disparaître de nouveau pendant les dépôts du néocomien inférieur. Les mers albienne, cénomanienne, turonienne, sénonienne et danienne n'ont pas recouvert ces îles. Là se terminent les oscillations de la période secondaire.

» Pendant toute l'époque éocène, Minorque se trouve exondée. Il n'en est pas de même de Majorque, dont la surface, émergée au-dessus des eaux de la mer de l'éocène inférieur, se trouvait plus considérable qu'à l'époque actuelle, puisqu elle circonscrivait un grand lac intérieur dont les sédiments sont actuellement entamés, à l'ouest de l'île, par la Méditerranée.

La mer de l'éocène moyen recouvrait presque toute sa surface, sauf la chaîne montagneuse du nord de Majorque, dont les points sont actuellement à une altitude supérieure à 450 mètres.

» Une nouvelle oscillation ascendante ramène Majorque à la surface de la mer pendant l'éocène supérieur.

» Cet état se continue pour les deux îles au moment des dépôts du miocène inférieur.

» C'est après cette époque que les dislocations et les failles ont eu leur maximum d'intensité.

» Une oscillation opposée les replonge dans les eaux de la mer du miocène moyen et supérieur, sauf les points les plus élevés, qui restent émergés.

» La mer du pliocène ne me paraît avoir recouvert ni Minorque ni Majorque. Pendant cette période, on ne constate que l'existence d'un petit lac situé à l'est de Palma, comme je l'ai déjà indiqué.

» A l'époque quaternaire, le relief général de l'île est sensiblement changé, de nombreuses vallées étroites et profondes sont creusées en grande partie par la mer, qui dépose des sédiments marins où se trouvent enfouis des mollusques terrestres qui vivaient sur les rivages.

» Enfin, au commencement de l'époque actuelle, Majorque et Minorque se retrouvent émergés, et depuis ce moment leur configuration orographique n'a pas été sensiblement modifiée, sauf sur quelques points, où des marais salants ont été desséchés. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Nouvelles observations sur les dangers de l'emploi du borax en poudre pour la conservation de la viande;* par M. G. LE BON. (Extrait.)

« Malgré la réponse faite à mes critiques sur l'emploi du borax en poudre pour la conservation de la viande, je crois devoir maintenir ce que j'ai avancé, savoir que la viande ainsi conservée a perdu ses propriétés nutritives et finit, après quelques semaines d'emploi, par déterminer des troubles intestinaux. Les expériences que l'auteur annonce avoir faites sur deux chiens ne me paraissent point applicables à l'homme et ne seraient, du reste, applicables aux chiens eux-mêmes que si des expériences comparatives montraient ce que deviennent les animaux quand on les soumet au même régime alimentaire, avec ou sans borax. Quant à l'emploi du borax à l'étranger, on a dû y renoncer partout, en Amérique notamment. . .

» On cherche actuellement à répandre un procédé qui consiste simple-

ment, d'après les brevets, à saupoudrer la viande d'alun, de chaux ou de borax. Ces diverses substances me paraissent également nuisibles. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JANVIER 1878.

(SUITE.)

Résumé des observations météorologiques faites à Cahors de 1851 *à* 1877; *par* M. POUZERGUES. Cahors, impr. Laytou, 1878; in-8°.

Essai des huiles de graissage; par M. E. LAUGIER. Marseille, typ. Barlatier-Feissat, 1878 ; br. in-8°.

WAGNER et GAUTIER. *Nouveau Traité de Chimie industrielle;* 2e édition française, publiée d'après la 10e édition allemande; t. II, fascicule 9. Paris, F. Savy, 1879; in-8°.

Mémoires de la Société historique, littéraire, artistique et scientifique du Cher (*ancienne Commission historique*); 3e série, t. I. Bourges, J. David et J. Bernard, 1878; 1 vol. gr. in-8°.

Le limnographe de Sécheron (*près Genève*); *par* M. PH. PLANTAMOUR. Genève, 1878 ; br. in-8°. (Extrait de la *Bibliothèque universelle.*)

ERRATA.

T. LXXXVII, page 852, ligne 6 en remontant, les formules (16) sont à écrire ainsi :

$$\frac{d^2\alpha}{dy^2} + \frac{d^2\alpha}{dz^2} = 0, \quad \frac{d^2\beta}{dy^2} + \frac{d^2\beta}{dz^2} = 0.$$

Page 853, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $r(\alpha - \alpha_0)$, *lisez* $r ; \alpha - \alpha_0$

Page 897, ligne 5 en remontant, formule (32), *au lieu de* $G\theta\frac{r_1^4 - r_0^4}{\gamma}$, *lisez* $G\theta\gamma\frac{r_1^4 - r_0^4}{4}$.

DATES.	(1) Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5.)	(2) Température de l'air sous l'ancien abri. Minimum.	(3) Température de l'air sous l'ancien abri. Maximum.	(4) Température de l'air sous l'ancien abri. Moyenne.	(5) Température de l'air. Moyenne vraie (nouvel abri).	(6) Températ. du sol sans abri à la surface. Minimum.	(7) Températ. du sol sans abri à la surface. Maximum.	(8) Températ. du sol sans abri à la surface. Moyenne.	(9) Températ. du sol sans abri à la profondeur de 0m,30 (à midi)	(10) Actinomètre.	(11) Psychromètre. Tension moyenne de la vapeur.	(12) Psychromètre. Degré hygrométrique moyen.	(13) Udomètre.	(14) Évaporation de l'eau.	(15) Variation du poids de la terre à l'air sans abri.	(16) Pour 100mc d'air. Ozone en milligrammes.	(17) Pour 100mc d'air. Acide carbonique en litres.	(18) Pour 100mc d'air. Azote ammoniacal en milligr.	(19) Pour 100mc d'air. Azote organique en milligr.
	mm	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm		mm	mm		mg	l	mg	mg
1	751,1	0,1	3,6	1,9	2,1	0,0	3,8	1,9	5,3	4,3	5,3	97	4,9	0,3	.	0,06	35,6	1,5	0,1
2	752,8	- 0,4	3,6	1,6	1,2	- 0,5	5,4	2,5	5,0	19,3	4,0	82	0,2	.	.	0,71	35,4	2,1	0,3
3	755,6	- 0,9	1,9	0,5	0,5	- 2,4	3,3	0,5	4,2	14,3	4,3	89	0,0	.	.				.
4	757,3	0,1	5,3	2,7	3,0	- 0,2	4,8	2,3	3,7	3,9	5,6	96	2,4	0,7	.	.	.	.	.
5	756,1	3,3	5,3	4,3	4,1	3,4	5,2	4,3	4,3	3,7	5,6	91	3,4	Observations interrompues par les gelées.	.	0,01	35,3	2,3	0,3
6	755,1	0,3	4,1	2,2	1,6	0,2	4,7	2,5	4,5	17,4	4,0	79	2,9		.	0,00	35,5	2,1	0,2
7	745,5	- 0,8	2,5	0,9	0,8	- 1,7	1,7	0,0	3,8	4,8	4,6	95	4,4		.	0,04	35,3	2,2	0,1
8	741,1	- 0,6	3,3	1,4	0,3	- 1,2	5,5	2,2	3,3	2,8	4,4	96	0,5		.	0,19	35,8	2,1	0,2
9	746,4	- 1,4	0,9	- 0,3	- 1,4	- 3,4	1,7	- 0,9	3,1	4,9	3,8	95	0,6		.	0,19	35,7	1,8	0,3
10	751,2	- 4,3	- 1,9	- 3,1	- 3,3	- 3,6	- 1,2	- 2,4	2,8	5,9	3,3	97	.		.	0,23	35,5	0,8	0,3
11	749,3	- 5,9	- 1,3	- 3,6	- 3,5	- 5,7	- 0,5	- 3,1	2,4	9,9	3,3	90	0,0		.	0,30	35,2	1,8	0,5
12	751,5	- 3,9	- 0,5	- 2,2	- 2,2	- 5,3	0,2	- 2,6	2,1	4,8	3,2	87	.		.	2,59	35,6	1,4	0,3
13	744,8	- 5,2	- 2,2	- 3,7	- 4,4	- 5,2	- 1,6	- 3,4	1,9	5,6	2,7	82	0,0		.	0,64	35,5	1,7	0,3
14	742,1	- 6,2	1,3	- 2,5	- 1,9	- 7,3	3,4	- 2,0	1,7	5,1	4,0	95	6,2		.	0,47	35,2	2,0	0,4
15	750,8	- 3,7	2,3	- 0,7	- 0,9	- 6,8	4,6	- 1,1	1,5	20,4	3,7	84	0,0		.	0,12	35,3	1,8	0,5
16	745,2	- 1,1	0,7	- 0,2	- 0,3	- 1,5	1,8	0,2	1,5	11,5	3,8	86	0,4		.	0,09	35,3	1,6	0,2
17	740,1	- 1,6	2,2	0,3	0,0	- 1,8	3,2	0,7	1,5	5,0	4,3	95	0,0		.	0,77	35,3	1,5	0,1
18	745,8	- 5,0	0,7	- 2,2	- 1,9	- 7,0	2,7	- 2,2	1,4	11,5	3,5	87	.		.	0,65	35,3	1,9	0,3
19	739,9	- 3,4	3,6	0,1	- 0,9	- 4,5	4,2	- 0,2	1,3	10,1	3,9	87	1,2		.	0,00	35,3	1,9	0,4
20	742,6	- 4,3	- 1,1	- 2,7	- 2,5	- 4,2	0,0	- 2,1	1,3	5,6	3,5	100	.		.	0,08	35,4	2,0	0,4
21	750,2	- 6,6	- 0,7	- 3,7	- 3,2	- 6,5	- 0,3	- 3,4	1,2	7,1	3,6	94	0,5		.	0,04	35,4	3,0	.
22	754,4	- 2,4	1,5	- 0,5	- 0,8	- 3,0	2,2	- 0,4	1,1	19,5	4,1	91	0,0		.	0,12	35,5	2,3	0,3
23	754,1	- 2,9	3,4	0,3	- 1,2	- 4,2	7,0	1,4	1,1	11,7	3,8	97	0,3		.	0,13	35,4	2,2	0,3
24	763,7	- 6,1	- 1,0	- 3,6	- 2,8	- 8,0	- 1,3	- 4,7	1,1	2,2	3,7	100	.		.	0,32	35,4	2,1	0,1
25	755,4	- 4,3	ascendante.	1,0	- 2,0	- 3,8	- 0,1	- 2,0	1,0	8,2	3,5	78	.		.	0,71	35,7	1,7	0,2
26	747,4	ascendante.	6,2		3,3	- 1,5	6,3	2,4	1,0	7,5	5,5	93	0,3		.	0,76	35,7	1,5	0,3
27	744,4	2,7	8,2	5,5	5,0	2,2	8,9	5,6	1,0	3,3	6,9	98	6,3	0,3	.	0,07	35,5	1,6	0,3
28	749,9	2,3	8,5	5,4	5,4	0,4	8,6	4,5	1,4	9,9	6,4	98	0,1	0,4	.	0,00	35,6	1,7	0,1
29	747,4	3,6	9,3	6,5	7,2	2,8	9,6	6,2	2,7	7,9	7,4	92	5,7	0,9	.	0,08	35,5	1,5	0,0
30	750,1	6,4	14,8	10,6	11,3	5,7	13,8	9,8	4,2	4,0	10,0	94	6,5	0,8	.	0,09	35,6	1,7	0,3
31	753,2	9,2	14,2	11,7	10,9	9,0	14,2	11,6	6,3	16,2	7,9	80	7,4	2,3	.	0,12	35,5	1,6	0,4
1re déc.	751,2	- 0,5	2,9	1,2	0,9	- 0,9	3,5	1,3	4,0	8,1	4,5	9,2	19,3	.	.	.	.	.	.
2e déc.	745,2	- 4,0	0,6	- 1,7	- 1,9	- 4,9	1,8	- 1,6	1,7	9,0	3,6	8,2	7,8	.	.	0,57	35,3	1,8	0,3
3e déc.	751,8	0,2	6,4	3,3	3,0	- 0,6	6,3	2,8	2,2	8,8	5,7	9,2	27,1	.	.	0,16	35,5	1,9	.
Moy...	749,5	- 1,4	3,3	0,9	0,8	- 2,3	3,9	0,9	2,5	8,7	4,6	9,1	54,2	.	.	0,33	35,5	1,8	0,3

DATES.	(20) Électricité atmosphérique.	(21) Magnétomètres. Déclinaison moyenne.	(22) Magnétomètres. Composante horizontale moyenne.	(23) Magnétomètres. Composante verticale moyenne.	(24) Anémographes. Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure	(25) Anémographes. Direction dominante.	(26) Anémographes. Force maxima en kilogrammes par mètre carré.	(27) Direction des nuages. (k désigne les cirrus.)	(28) Nébulosité (0 à 10). durant le jour.
	Dl	° ′			km		kg		
1	1	16.59,9	1,9308	4,2309	10,4	S	3,1		10
2	117	56,3	9314	2315	15,6	N¼NE	5,4	N à E	5
3	74	57,8	9329	2326	14,8	NE	7,4	NE	7
4	2	57,7	9335	2320	20,6	NNW	10,9	N	9
5	4	57,3	9337	2327	19,5	NW	10,0	NNW	10
6	6	56,0	9337	2307	20,5	N à W	10,0	.	7
7	25	56,3	9334	2323	16,6	SSW	8,5		10
8	31	56,7	9336	2332	8,6	Variable.	4,8	.	10
9	66	56,8	9343	2326	8,9	NW et SW	2,0	WNW k	9
10	61	56,1	9337	2327	9,6	E et NE	3,4	NNE	10
11	52	57,2	9339	2317	16,8	N	8,5	.	9
12	30	57,0	9338	2342	10,4	SW et SSE	3,1	S k	8
13	73	56,8	9324	2315	11,9	E à NE et S	3,4	Variable.	9
14	73	58,0	9330	2328	10,6	Tr.-variable.	4,6	SE	10
15	92	57,9	9337	2330	19,7	N à W et SW	16,2	.	4
16	55	57,0	9341	2313	18,9	SW et SE	16,2	NNW	9
17	112	57,5	9340	2308	8,0	SSW et NW	2,0	.	10
18	72	56,7	9335	2322	27,9	SSW	27,0	.	5
19	118	57,0	9331	2287	20,2	SSW	16,2	NNW	6
20	434	56,4	9335	2289	8,3	S	4,8	WSW	10
21	190	56,2	9335	2280	8,9	WSW	4,4	.	10
22	143	57,9	9344	2290	27,9	SW	16,2	.	5
23	226	56,6	9339	2283	8,1	SW	5,1	WNW k	8
24	142	56,3	9332	2290	8,0	ENE	4,4	.	10
25	129	57,2	9332	2296	16,1	ESE	8,5	.	10
26	69	58,9	9341	2293	19,5	SSE	9,1	SW k	7
27	63	58,0	9346	2279	17,0	S à W	10,9	.	10
28	(96)	57,3	.	.	15,8	SSE	10,0	SSE	4
29	18	57,3	9338	2299	21,5	S¼SW	14,7	.	7
30	2	57,6	9340	2279	32,2	SW	310,2	.	10
31	31	56,2	9326	2289	36,3	SW	31,2	.	10
1re déc.	39	16.57,1	1,9331	4,2321	14,5	.	.	.	9
2e déc.	111	57,2	9335	2315	15,3	.	.	.	8
3e déc.	101	57,2	(9338)	(2284)	19,2	.	.	.	8
Moy..	84	16.57,2	1,9335	4,2306	16.4	.	.	.	8

REMARQUES.

Le 1er, un peu de neige sur le sol au matin; petites pluies fréquentes après-midi et le soir, avec minimum barométrique à 22 h. 40 m. = 746,8. – Le 2, la pluie cesse avant le jour; halos lunaires. – Le 3, matin et soir, flocons de neige ainsi que dans la nuit et le matin du 4; puis gouttes de pluie et rafales l'après-midi et le soir du 4, avec max. barom. bas vers 9 h. 15 m. = 758,0. – Le 5, pluie dans la matinée et faiblement vers 9 h. soir. — Le 6, pluie et neige avant le jour, halos lunaires. — Le 7, uniformément couvert et neige jusqu'au soir. — Le 8, gouttes de pluie suivies de neige l'après-midi et dans la soirée avec min. barom. à 14 h. 30 m. = 740,7. — Le 9, presque toujours couvert, neige avant le jour. – Les 10 et 11, ciel le plus souvent couvert, avec de rares et légers flocons de neige. – Le 12, max. barom. à 9 h. 45 m. = 752,0; cirrus épais et halos le soir. — Le 13, légers flocons de neige vers le soir, puis halos et givre. — Le 14, temps de neige abondante mêlée de pluie le soir; oscillation barom. du 13 vers 6 h. 35 m. = 744,3 au 13 vers 22 h. 30 m. = 748,2, et retour le 14, vers 13 h. 0 m., à 741,6. — Le 15, état du ciel variable; hausse barom. atteignant 751,5 à 16 h. 40 m.; puis vent la nuit suivante et baisse barom. nouvelle jusqu'au 17 à 13 h. 55 = 739,8. Il a encore quelque peu neigé le soir du 16 et dans la nuit du 16 au 17. — Le 17, le ciel couvert le jour se dégage un peu le soir, et le baromètre se relève jusqu'à 746,8 le 18, à 9 h. 30 m., avec dépôt de givre. Bourrasques dans l'après-midi et le soir du 18, ainsi que le soir du 19, avec givre tenace et neige. Le min. barom. a été de 738,6 à 6 h. 15 m. — Le 20, brouillard et givre épais. Tension électrique positive extraordinairement forte. — Le 21, givre épais et neige le matin. — Le 22, temps de bourrasques, léger mouvement de baisse barométrique avec grésil et légers flocons de neige le soir. — Le 23, petite neige ou grésil faible par intermittences le matin et le soir, avec léger brouillard et givre. Le baromètre monte jusqu'à 765,0 le 24, à 20 h. 15 m. — Le 25, temps sombre par bonne brise du sud-est et baisse rapide du baromètre. Il pleut faiblement dans la matinée et dans la soirée du 26. – *Plein dégel.* Minimum barométrique le 27 à 6 h. 30 m. = 742,5.

La neige qui couvrait le sol depuis le 7 est presque entièrement fondue. Il a plu assez fortement dans la nuit du 26 au 27 et le matin, ainsi que le 27 de 8 h. 30 s. à 1 h. 30 m., le 28.

Le 28, givre le matin; max. barom. à 9 h. 10 m. = 750,4 et pluies faibles intermittentes tout le jour. – Les 29, 30 et 31, temps de bourrasques avec pluies assez irrégulières. Le baromètre, qui ne marquait plus que 742,9 le 29, à 5 h. matin, a repris le mouvement ascensionnel jusqu'au 1er janvier vers 10 h. 35 m., à 756,4.

Moyennes horaires du mois de décembre 1878.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol sans abri.	Degré actinométrique.	Psychromètre.		Hygromètre d'absorption.	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique en éléments Daniell.	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.	Composante verticale.
					Tension de la vapeur d'eau.	Degré hygrométrique.								
h	mm	o	o	d	mm			mm		km	Dll	o		
Mat. 1	»	0,17	»	»	»	»	»	4,43	»	16,05	»	16.56,5	»	»
2	»	0,16	»	»	»	»	»	5,13	»	15,22	»	57,4	»	»
3	749,47	0,05	»	»	»	»	»	3,66	»	15,67	»	58,0	»	»
4	»	0,00	»	»	»	»	»	4,32	»	16,11	»	57,8	»	»
5	»	0,00	»	»	»	»	»	2,67	»	16,14	»	57,1	»	»
6	49,13	—0,05	0,25	0,00	4,47	93,1	»	2,61	»	16,52	44,3	56,3	1,9338	4,2309
7	»	—0,04	»	»	»	»	»	1,35	»	16,74	»	55,8	»	»
8	»	—0,09	»	»	»	»	»	0,36	»	16,27	»	56,1	»	»
9	49,78	0,19	0,52	10,67	4,49	91,8	»	9,77	»	16,75	88,3	57,1	1,9334	4,2304
10	»	0,81	»	»	»	»	»	0,93	»	15,35	»	58,4	»	»
11	»	1,29	»	»	»	»	»	0,99	»	15,61	»	59,6	»	»
Midi.	49,50	1,84	2,89	27,05	4,69	86,4	»	1,31	»	16,42	102,4	60,2	1,9336	4,2302
Soir. 1	»	2,15	»	»	»	»	»	0,05	»	17,58	»	60,1	»	»
2	»	2,14	»	»	»	»	»	0,32	»	16,84	»	59,4	»	»
3	49,28	1,94	1,81	5,55	4,72	87,1	»	1,44	»	16,27	79,7	58,5	1,9337	4,2307
4	»	1,57	»	»	»	»	»	0,98	»	16,02	»	57,7	»	»
5	»	1,33	»	»	»	»	»	0,31	»	16,39	»	57,1	»	»
6	49,36	1,08	0,80	0,00	4,67	91,3	»	0,71	»	16,29	107,2	56,6	1,9334	4,2307
7	»	0,85	»	»	»	»	»	1,49	»	16,75	»	56,2	»	»
8	»	0,70	»	»	»	»	»	1,92	»	16,41	»	55,6	»	»
9	49,55	0,61	0,32	»	4,66	93,4	»	2,18	»	15,97	100,1	55,1	1,9332	4,2307
10	»	0,52	»	»	»	»	»	2,64	»	17,13	»	54,7	»	»
11	»	0,49	»	»	»	»	»	2,48	»	17,92	»	54,8	»	»
Minuit.	49,47	0,44	0,00	»	4,62	93,6	»	2,15	»	17,58	80,8	55,5	1,9330	4,2305
Total.	»	»	»	»	»	»	»	54,20	»	»	»	»	»	»
Moy...	749,44	0,76	0,99	8,65	4,61	91,1	»	»	»	16,43	83,7	16.57,2	1,9335	4,2306

Remarques.

Pages 94 et 95. Colonnes.

(2) (3) (4) (6) (7) (8) Valeurs extrêmes et leurs demi-sommes rapportées à l'oscillation complète la plus voisine de la période diurne civile indiquée.

(5) (13) (24) Résultats fournis par les appareils enregistreurs et déduits des 24 données horaires.

(10) Moyenne des 5 observations de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(11) (12) (20) (21) (22) (23) Moyennes des 4 observations sexhoraires.

Pour l'électricité atmosphérique, la tension s'exprime en éléments Daniell et sans correction locale.

Pour le magnétisme, l'intensité de la force est mesurée dans le parc, et les valeurs en direction s'obtiennent à l'extérieur, sur la fortification.

(26) Pression déduite de la vitesse maximum calculée d'après l'intervalle de temps le plus court employé par le vent pour parcourir cinq kilomètres.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable;* par M. F. **Tisserand**.

« Dans le tome I des *Annales de l'Observatoire de Paris*, pages 331-333, Le Verrier a montré qu'une grande inclinaison mutuelle des orbites de la planète perturbatrice et de la planète troublée peut bien rendre plus pénible le développement de la fonction perturbatrice, mais qu'elle ne le rend pas impossible; toutefois, Le Verrier n'a pas donné la forme générale du développement, ce qui lui était inutile dans la théorie des grosses planètes, mais peut être très-utile, sinon nécessaire, pour quelques-unes des petites planètes, et en particulier pour Pallas. J'ai cherché à combler cette lacune et je crois y être arrivé. J'ai pu mettre à profit, dans ce but, une partie des résultats obtenus par Jacobi dans son Mémoire intitulé : *De evolutione expressionis* $(l + 2l'\cos\varphi + 2l''\cos\varphi')^{-n}$ (*Journal de Crelle*, t. 15).

» I. La difficulté principale réside dans le développement de la partie R_0 de la fonction perturbatrice qui provient du développement de l'inverse de la distance mutuelle des deux planètes lorsqu'on y néglige les excentricités ; une fois obtenu le développement de R_0, on tiendra

compte des excentricités à la manière ordinaire; en adoptant les notations de Le Verrier, on a

(1) $R_0 = [a^2 + a'^2 - 2aa' \cos(l' - \lambda) + 4\eta^2 aa' \sin(l' - \tau') \sin(\lambda - \tau')]^{-\frac{1}{2}}$.

» Dans les théories ordinaires, on développe R_0 suivant les puissances de $\eta^2 = \sin^2\frac{J}{2}$, J désignant l'inclinaison mutuelle des orbites; on voit que la série ainsi obtenue ne sera convergente que si l'on a toujours

$$\frac{4aa'\eta^2 \sin(l' - \tau') \sin(\lambda - \tau')}{a^2 + a'^2 - 2aa' \cos(l' - \lambda)} < 1,$$

ou, dans le cas le plus défavorable,

$$\frac{4aa'\eta^2}{(a - a')^2} < 1;$$

d'où, en supposant $a' < a$,

$$2 \sin\frac{J}{2} < \sqrt{\frac{a}{a'}} - \sqrt{\frac{a'}{a}}.$$

On déduit de là le Tableau suivant :

$$\frac{a'}{a} = 0,50, \quad J < 41^\circ.25',$$
$$\frac{a'}{a} = 0,55, \quad J < 35.20,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,60, \quad J < 29.56,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,65, \quad J < 25.\ 4,$$
$$\frac{a'}{a} = 0,70, \quad J < 20.39.$$

» Pour Pallas, troublée par Jupiter, on a

$$\frac{a'}{a} = 0,533, \quad J = 34^\circ 15'.$$

» Il s'en faut donc de bien peu que le développement ordinaire soit divergent; il convergera lentement. On trouve en effet

$$\frac{4\eta^2 aa'}{(a - a')^2} = 0,846.$$

» Parmi les autres petites planètes, quelques-unes se trouvent dans les mêmes conditions que Pallas, ou même dans des conditions plus défavorables; je citerai les planètes (31), (130), (154).

» II. Les angles l et λ croissent proportionnellement au temps, et il en sera de même de x et y, en faisant, pour abréger,

$$l' - l - \tau' + \tau = x, \quad l' + l - \tau' - \tau = y. \tag{2}$$

Posons, en outre,

$$\left\{\begin{array}{l} \cos^2 \frac{J}{2} = \mu, \quad \sin^2 \frac{J}{2} = \nu, \\ \text{d'où} \\ \mu + \nu = 1, \quad \cos V = \mu \cos x + \nu \cos y. \end{array}\right. \tag{3}$$

On pourra écrire R_0 sous l'une des deux formes suivantes :

$$R_0 = (a^2 + a'^2 - 2aa' \cos V)^{-\frac{1}{2}}; \tag{4}$$

$$R_0 = [a^2 + a'^2 - 2aa'(\mu \cos x + \nu \cos y)]^{-\frac{1}{2}}. \tag{5}$$

» Il s'agit de développer l'expression (5) suivant les cosinus des multiples de x et y; on voit que nous nous trouvons dans le cas du Mémoire de Jacobi. Le développement cherché sera de la forme

$$\left\{\begin{array}{l} R_0 = P_{0,0} + 2 \sum_{i=1}^{i=\infty} P_{i,0} \cos ix \\ \qquad + 2 \sum_{j=1}^{j=\infty} P_{0,j} \cos jy + 4 \sum_{i=1}^{i=\infty} \sum_{j=1}^{j=\infty} P_{i,j} \cos ix \cos jy, \end{array}\right. \tag{6}$$

où les quantités $P_{i,j}$ sont des fonctions de a, a', μ et ν.

» On déduit aussi de (4) le développement suivant :

$$R_0 = \tfrac{1}{2} A^{(0)} + A^{(1)} \cos V + A^{(2)} \cos 2V + \ldots, \tag{7}$$

où les coefficients A sont des fonctions homogènes et du degré -1 de a et a'.

» On voit que, pour trouver les quantités $P_{i,j}$ de la formule (6), il suffira de développer les cosinus des multiples de V comme il suit :

$$\cos nV = Q_{0,0}^{(n)} + 2\Sigma Q_{i,0}^{(n)} \cos ix + 2\Sigma Q_{0,j}^{(n)} \cos jy + 4\Sigma Q_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy. \tag{8}$$

On reconnaîtra aisément que, dans $Q_{i,j}^{(n)}$, la somme $i + j$ doit être plus petite que n et doit différer de n d'un nombre pair.

» Si les quantités $Q_{i,j}^{(n)}$, qui sont des fonctions entières de μ et de ν, sont une fois connues, on en déduira les $P_{i,j}$ par la formule

$$P_{i,j} = A^{(i+j)} Q_{i,j}^{(i+j)} + A^{(i+j+2)} Q_{i,j}^{(i+j+2)} + A^{(i+j+4)} Q_{i,j}^{(i+j+4)} + \ldots. \tag{9}$$

» III. *Relations de Jacobi entre les* $P_{i,j}$. — En différentiant la formule (6), où R_0 est remplacé par l'expression (5), relativement à x et y, on trouve

$$(10)\quad \begin{cases} aa'\mu \sin x (a^2 + a'^2 - 2aa'\mu \cos x - 2aa'\nu \cos y)^{-\frac{3}{2}} \\ \quad = 2\Sigma i P_{i,0} \sin ix + 4\Sigma i P_{i,j} \sin ix \cos jy, \\ aa'\nu \sin y (a^2 + a'^2 - 2aa'\mu \cos x - 2aa'\nu \cos y)^{-\frac{3}{2}} \\ \quad = 2\Sigma j P_{0,j} \sin jy + 4\Sigma j P_{i,j} \cos ix \sin jy, \end{cases}$$

d'où

$$\nu \sin y (\Sigma i P_{i,0} \sin ix + 2\Sigma i P_{i,j} \sin ix \cos jy)$$
$$= \mu \sin x (\Sigma j P_{0,j} \sin jy + 2\Sigma j P_{i,j} \cos ix \sin jy).$$

Si, dans cette équation, on égale à zéro le coefficient de $\sin ix \sin jy$, il vient

$$(11)\quad \nu i (P_{i,j-1} - P_{i,j+1}) = \mu j (P_{i-1,j} - P_{i+1,j}).$$

Cette équation a toujours lieu, quelles que soient les valeurs, nulles ou positives, des indices i et j, pourvu qu'on prenne toujours

$$P_{i,j} = P_{i,-j} = P_{-i,j} = P_{-i,-j}.$$

» On peut ensuite écrire la première équation (10) comme il suit :

$$aa'\mu \sin x (P_{0,0} + 2\Sigma P_{i,0} \cos ix + 2\Sigma P_{0,j} \cos jy + 4\Sigma P_{i,j} \cos ix \cos jy)$$
$$= (a^2 + a'^2 - 2aa'\mu \cos x - 2aa'\nu \cos y)$$
$$\times (2\Sigma i P_{i,0} \sin ix + 4\Sigma i P_{i,j} \sin ix \cos jy).$$

» En égalant de part et d'autre les coefficients de $\sin ix \cos jy$, il vient, après quelques réductions,

$$(12)\quad \begin{cases} (2i+1)\mu P_{i+1,j} + (2i-1)\mu P_{i-1,j}, \\ \quad = 2\left(\frac{a}{a'} + \frac{a'}{a}\right) i P_{i,j} - 2\nu i (P_{i,j+1} + P_{i,j-1}). \end{cases}$$

» En portant dans cette équation la valeur de $P_{i,j+1}$ ou celle de $P_{i,j-1}$, tirée de l'équation (11), on trouve les équations (13) et (14); si l'on opère de même, en partant de la deuxième équation (10), on trouve les formules (15) et (16) :

$$(13)\quad \begin{cases} \mu(2i + 2j + 1) P_{i+1,j} + \mu(2i - 2j - 1) P_{i-1,j} \\ \quad = 2\,\frac{a^2 + a'^2}{aa'}\, i P_{i,j} - 4\nu i P_{i,j-1}, \end{cases}$$

$$(14)\quad \begin{cases} \mu(2i - 2j + 1) P_{i+1,j} + \mu(2i + 2j - 1) P_{i-1,j} \\ \quad = 2\,\frac{a^2 + a'^2}{aa'}\, i P_{i,j} - 4\nu i P_{i,j+1}, \end{cases}$$

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} &\nu(2i+2j+1)\,P_{i,j+1}+\nu(2j-2i-1)\,P_{i,j-1}\\ &\quad = 2\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,j\,P_{i,j}-4\mu j\,P_{i-1,j},\end{aligned}\right.$$

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} &\nu(-2i+2j+1)\,P_{i,j+1}+\nu(2j+2i-1)\,P_{i,j-1}\\ &\quad = 2\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,j\,P_{i,j}-4\mu j\,P_{i+1,j}.\end{aligned}\right.$$

» Voilà des relations entre quatre fonctions $P_{i,j}$.

» Dans (12), faisons $j = 0$ et nous aurons

$$(17)\quad \mu[(2i+1)\,P_{i+1,0}+(2i-1)\,P_{i-1,0}] = 2i\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,P_{i,0}-4\nu i\,P_{i,1};$$

cette équation donnera les $P_{i,1}$ en fonction des $P_{i,0}$. On trouverait de même l'équation

$$(18)\quad \nu[(2j+1)P_{0,j+1}+(2j-1)\,P_{0,j-1}] = 2j\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,P_{0,j}-4\mu j\,P_{1,j},$$

qui donnera les $P_{1,j}$ en fonction des $P_{0,j}$.

» Les relations (13), ..., (16) feront ensuite connaître les quantités $P_{i,j}$ de proche en proche.

» Jacobi a montré que toutes ces quantités $P_{i,j}$ peuvent s'exprimer à l'aide de quatre d'entre elles, par exemple $P_{0,0}$, $P_{1,0}$, $P_{0,1}$, $P_{1,1}$. Donnons les premières formules qui permettront de calculer $P_{2,0}$, $P_{2,1}$, ...

$$(19)\quad \left\{\begin{aligned} &3\mu P_{2,0}+\ \mu P_{0,0} = 2\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,P_{1,0}-4\nu\,P_{1,1},\\ &5\mu P_{2,1}-\ \mu P_{0,1} = 2\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,P_{1,1}-4\nu\,P_{1,0},\\ &5\mu P_{3,0}+3\mu P_{1,0} = 4\,\frac{a^2+a'^2}{aa'}\,P_{2,0}-8\nu\,P_{2,1},\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}\right.$$

» Le calcul de proche en proche se fera très-facilement par ces relations linéaires ; il ne nous reste plus qu'à montrer comment on calculera les quatre quantités $P_{0,0}$, $P_{1,0}$, $P_{0,1}$ $P_{1,1}$.

» La formule (9) nous donne, pour cet objet,

$$(20)\quad P_{0,0} = \tfrac{1}{2}\,A^{(0)}+A^{(2)}\,Q^{(2)}_{0,0}+A^{(4)}\,Q^{(4)}_{0,0}+\ldots,$$

$$(21)\quad P_{1,1} = A^{(2)}\,Q^{(2)}_{1,1}+A^{(4)}\,Q^{(4)}_{1,1}+\ldots,$$

$$(22)\quad P_{1,0} = A^{(1)}\,Q^{(1)}_{1,0}+A^{(3)}\,Q^{(3)}_{1,0}+\ldots,$$

$$(23)\quad P_{0,1} = A^{(1)}\,Q^{(1)}_{0,1}+A^{(3)}\,Q^{(3)}_{0,1}+\ldots,$$

de sorte que nous sommes ramenés à la recherche des quantités

$$Q_{0,0}^{(2n)},\quad Q_{1,1}^{(2n)},\quad Q_{1,0}^{(2n+1)},\quad Q_{0,1}^{(2n+1)}.$$

» IV. *Recherche de* $Q_{0,0}^{(2n)}$.... — On a la formule connue

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} \cos 2n\mathrm{V} = (-1)^n\Big[1 &- \frac{n^2}{1.2}(2\cos\mathrm{V})^2 + \frac{n^2(n^2-1^2)}{1.2.3.4}(2\cos\mathrm{V})^4 \\ &- \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5.6}(2\cos\mathrm{V})^6 + \ldots\Big]. \end{aligned}\right.$$

» Si donc on développe $(2\cos\mathrm{V})^{2i}$ suivant les cosinus des multiples de x et y, et qu'on désigne la partie non périodique de ce développement par

$$1.2.3\ldots 2i\mathrm{H}_{2i},$$

on aura

$$(25)\quad (-1)^n Q_{0,0}^{(2n)} = 1 - n^2\mathrm{H}_2 + n^2(n^2-1^2)\mathrm{H}_4 - n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)\mathrm{H}_6 + \ldots.$$

Nous sommes ainsi ramenés au calcul de H_{2i}. Si l'on pose

$$e^{x\sqrt{-1}} = z,\quad e^{y\sqrt{-1}} = t,$$

on aura

$$(26)\quad (2\cos\mathrm{V})^{2i} = (\mu z + \nu t + \mu z^{-1} + \nu t^{-1})^{2i}.$$

» En faisant, pour abréger,

$$\mathrm{T}_n = 1.2.3\ldots n,$$

on aura, comme on sait,

$$(27)\quad (2\cos\mathrm{V})^{2i} = \sum \frac{\mathrm{T}_{2i}}{\mathrm{T}\alpha\mathrm{T}\beta\mathrm{T}\gamma\mathrm{T}\delta}\mu^{\alpha+\gamma}\nu^{\beta+\delta}z^{\alpha-\gamma}t^{\beta-\delta},$$

où

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 2i;$$

pour avoir le terme non périodique, il faut faire $\delta = \beta$, $\gamma = \alpha$; on en conclut

$$(28)\quad \mathrm{H}_{2i} = \sum \frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{(\mathrm{T}_\alpha \mathrm{T}_\beta)^2},$$

où le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières et positives de α et β, telles que

$$\alpha + \beta = i.$$

» L'expression H_{2i} peut être transformée, comme on va le voir.

» On a, par la formule du binôme,

$$(29)\quad \left\{\begin{aligned} (\mu + \nu e^{\psi\sqrt{-1}})^i &= \mathrm{T}_i\left(\frac{\mu^i}{\mathrm{T}_i} + \frac{\mu^{i-1}\nu e^{\psi\sqrt{-1}}}{\mathrm{T}_1\mathrm{T}_{i-1}} + \frac{\mu^{i-2}\nu^2 e^{2\psi\sqrt{-1}}}{\mathrm{T}_2\mathrm{T}_{i-2}} + \ldots\right), \\ (\mu + \nu e^{-\psi\sqrt{-1}})^i &= \mathrm{T}_i\left(\frac{\mu^i}{\mathrm{T}_i} + \frac{\mu^{i-1}\nu e^{-\psi\sqrt{-1}}}{\mathrm{T}_1\mathrm{T}_{i-1}} + \frac{\mu^{i-2}\nu^2 e^{-2\psi\sqrt{-1}}}{\mathrm{T}_2\mathrm{T}_{i-2}} + \ldots\right). \end{aligned}\right.$$

En multipliant ces deux équations membre à membre, on voit que $(T_i)^2 H_{2i}$ est la partie non périodique du développement de

$$(\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i,$$

suivant les cosinus des multiples de ψ; on a donc

$$H_{2i} = \frac{1}{(1.2\ldots i)^2}\,\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}(\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i d\psi,$$

ou bien, en tenant compte de ce que $\mu + \nu = 1$,

$$H_{2i} = \frac{1}{(1.2\ldots i)^2}\,\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i d\varphi.$$

» On peut développer $(1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i$ par la formule du binôme, effectuer les intégrations par la formule qui donne

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2n}\varphi\, d\varphi,$$

et l'on trouve finalement

$$(30)\left\{\begin{aligned}(1.2\ldots i)^2 H_{2i} = 1 - \frac{i}{1}(2\mu\nu) + \frac{i(i-1)}{1.2}(2\mu\nu)^2\,\frac{1.3}{1.2} - \ldots \\ + (-1)^j\,\frac{i(i-1)\ldots(i-j+1)}{1.2\ldots j}(2\mu\nu)^j\,\frac{1.3\ldots(2j-1)}{1.2\ldots j} + \ldots.\end{aligned}\right.$$

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations sur la deuxième Réponse de M.* Pasteur; par M. **Berthelot.**

« Je n'avais pas l'intention de poursuivre la discussion sur les fermentations, commencée avec M. Pasteur, au delà du terme où chacun de nous aurait produit son opinion et les faits positifs sur lesquels elle lui paraît appuyée. Je pensais avoir distingué suffisamment entre les belles découvertes biologiques de mon savant ami, relatives à l'origine, au développement et à la multiplication des êtres microscopiques qui propagent les fermentations, découvertes sur lesquelles il n'y a point de discussion entre nous, et les suppositions chimiques peu vraisemblables qu'il a exposées trop souvent comme des faits certains et vérifiés au même degré que ses observations biologiques. Rien n'est moins fondé, à mon avis : je n'insisterais point, s'il ne pouvait résulter un grave dommage pour la science de cette confusion perpétuelle et presque inconsciente entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas.

» La deuxième Réponse de mon éminent ami débute en effet par une déclaration qui m'oblige à rentrer dans le débat; il a la prétention d'interpréter mon silence sur trois propositions, auxquelles il attache une importance spéciale, et de le traduire par un assentiment : or je n'accepte ni cette interprétation ni les cadres absolus que M. Pasteur voudrait imposer à la controverse.

» Je me suis déjà expliqué très-nettement sur les théories chimiques de M. Pasteur. Sa dernière Note montre une fois de plus et il reconnaît lui-même qu'elles ne reposent point sur des faits positifs. Jusqu'à ce jour, M. Pasteur avait affirmé d'ordinaire comme des vérités acquises ce qu'il est obligé maintenant de reconnaître pour de simples conjectures, tout à fait analogues à celles qu'il veut interdire à ses contradicteurs. La conjecture et l'hypothèse sont légitimes, sans aucun doute, dans la Science, mais à la condition de ne pas les imposer au lecteur et d'en maintenir le véritable caractère; ce que j'ai toujours pris soin de faire d'abord. Les affirmations catégoriques sont moins conformes à la vraie méthode, quels que soient les avantages qu'elles procurent dans la polémique. Précisons l'état actuel de la question.

» Notre savant confrère déclarait naguère que la levure de bière est un être anaérobie, capable d'enlever au sucre de l'oxygène combiné, à défaut d'oxygène libre. Il reconnaît aujourd'hui que cette propriété n'est point démontrée; je n'ai jamais dit autre chose, mais je me suis gardé d'annoncer à l'avance que j'attaquerais les expériences qu'il pourrait faire plus tard, si elles ne confirmaient pas mes opinions. Aujourd'hui, sans produire aucun fait positif, il suppose que la levûre *pourrait* prendre de l'oxygène au sucre, pour le rendre aussitôt à l'état d'acide carbonique.

» C'est encore là une simple hypothèse, dont la démonstration, je ne cesserai de le répéter, incombe à celui qui la produit dans la Science. S'il est vrai que la levûre soumise à l'action de l'oxygène libre fournisse de l'acide carbonique, rien ne prouve et même rien ne rend vraisemblable qu'elle doive en dégager encore, en l'absence de l'oxygène libre; les changements profonds qui surviennent alors dans son mode d'existence rendent cette supposition fort douteuse. Fût-il même établi que la levûre dégage de l'acide carbonique dans ces conditions, il n'en résulterait nullement qu'elle prît au sucre de l'oxygène, *de préférence aux autres éléments*.

» Cette démonstration ne pourrait résulter que de la connaissance précise de l'équation chimique en vertu de laquelle l'acide carbonique serait formé, équation que M. Pasteur ne nous a point fait connaître; cependant

elle peut être telle que le sucre cède à la fois tous ses éléments ([1]), ou même qu'il cède à la levûre de l'hydrogène de préférence.

» Quant à présent, tout ce qu'il est permis de dire, c'est que les faits connus ne sont pas favorables à la supposition de M. Pasteur.

» En effet, les relations chimiques, qui existent et que j'ai rappelées précédemment, entre le sucre et les principes immédiats constitutifs d'une levûre qui se multiplie, montrent qu'aucun de ces principes ne résulte d'une oxydation, mais que plusieurs sont plus riches en hydrogène que le sucre : il semble donc que la levûre enlève au sucre, aux dépens duquel elle se développe, *non de l'oxygène, mais, au contraire, de l'hydrogène combiné,* de préférence aux autres éléments; ce qui est, d'ailleurs, plus conforme à ce que nous savons en général de la physiologie des végétaux.

» Il ne me paraît pas non plus établi que « les fermentations proprement dites aient pour condition absolue la présence d'êtres microscopiques ». Mes doutes à cet égard ne sont pas fondés sur des vues *à priori,* mais sur les faits acquis à la Science par l'étude expérimentale des fermentations glucosique, amygdalique, uréique, acétique, etc., etc. L'expérience a prouvé que la condition déterminante de chacune de ces fermentations est chimique, loin d'être essentiellement vitale ou physiologique. On ne saurait échapper à cette conclusion, à moins de définir les fermentations proprement dites par les organismes microscopiques eux-mêmes : ce qui est un pur cercle vicieux.

» Réciproquement, la coïncidence entre la vie des organismes, qui se développent en dehors de la présence de l'oxygène libre, et les actes de fermentation, qu'ils sont censés produire, ne me paraît pas davantage ni démontrée d'une manière générale, ni nécessaire ; à moins de définir fermentation toute « action chimique accomplie hors du contact de l'oxygène » dans les êtres vivants : ce qui est encore un pur cercle vicieux.

» En fait, la plupart des liquides contenus dans l'épaisseur des tissus végétaux sont exempts d'oxygène libre, parce qu'ils renferment des principes immédiats très-oxydables, lesquels absorbent rapidement l'oxygène de l'air dissous dans les régions superficielles ou dans les lacunes, soit en vertu de leur action propre, soit avec le concours des conditions complexes réalisées par les cellules vivantes. Tel est notamment le cas du jus de raisin, du jus de betterave et de presque tous les jus sucrés contenus dans les cellules végétales. La vie de la plupart des cellules végétales, et

([1]) Par exemple, s'il se formait en même temps de l'alcool; ce qui a lieu, en effet, avec la levûre prise isolément.

même animales, s'accomplit donc dans des milieux privés d'oxygène libre. Cependant le sucre n'y fermente point, par le simple fait de la vie des cellules accomplie en dehors du contact de l'oxygène; il n'y fermente point, tant que des conditions chimiques toutes spéciales ne viennent pas à être réalisées.

» Inversement, la transformation du sucre en alcool (ou en acide lactique) s'effectue également, soit dans un milieu exempt d'oxygène libre, soit dans un milieu qui en renferme. Le fait est bien connu depuis longtemps et M. Pasteur en a fourni lui-même de nouvelles preuves. Sans examiner si les milieux non oxygénés seraient plus favorables à la multiplication de la levûre, comme M. Pasteur a cherché à l'établir, mais ce qui est une question toute différente, il n'en est pas moins vrai que ce milieu n'est nullement indispensable pour l'accomplissement de l'acte chimique de la fermentation elle-même ([1]). Si cet acte résultait de l'absorption par la levûre d'une certaine dose d'oxygène combiné, pris au sucre à défaut de l'oxygène libre indispensable à la vie des cellules de levûre, on ne comprendrait pas pourquoi les cellules qui trouvent autour d'elles de l'oxygène libre iraient provoquer la fermentation alcoolique, en s'emparant de l'oxygène combiné. Ce n'est donc pas là la condition déterminante de la fermentation.

» D'après ces faits acquis à la Science, et quelle que soit la difficulté que présente, dans une discussion, la vague et élastique généralité des assertions relatives à la vie sans air et à ses relations avec la fermentation, il me paraît cependant permis d'affirmer qu'en général la vie sans air n'est pas la fermentation, pas plus que la fermentation en général n'est la vie sans air. Il n'existe point de corrélation chimique nécessaire entre ces deux ordres de phénomènes. Cl. Bernard le déclarait, et je partage son opinion. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse aux Notes de* M. Trécul, *des* 30 *décembre et* 13 *janvier;* par **M. Pasteur.**

« Dans sa première Note, M. Trécul dit :

« .... la levûre de bière elle-même qui, pendant nombre d'années fut, pour M. Pasteur, l'*anaérobie* par excellence, c'est-à-dire le type des *ferments* ou zymiques. »

([1]) Déjà M. Schützenberger a fait sur ce point des remarques qui me semblent parfaitement fondées.

» Jamais je n'ai dit cela, cent fois j'ai dit le contraire. Invariablement, depuis 1861, l'année où j'ai signalé pour la première fois l'existence des *anaérobies* et opposé leurs propriétés aux *aérobies*, j'ai dit et prouvé que la levûre de bière était, suivant les conditions extérieures du milieu propre à sa nutrition et à son développement, tantôt *aérobie*, tantôt *anaérobie*.

» Dans sa deuxième Note, M. Trécul dit :

« .... A la page 1040 du tome LXXXVI des *Comptes rendus* (année 1878), on trouve que le vibrion septique se résout en corpuscules-germes qui vivent dans l'air et y sont conservés. »

» Jamais je n'ai écrit cela; jamais je n'ai écrit que les corpuscules-germes du vibrion septique vivent dans l'air. C'est le contraire qui est écrit et prouvé à cette page 1040. Il est démontré dans la Communication, et notamment à cette page 1040, que le vibrion septique *ne peut vivre dans l'air*, que l'air le tue et le détruit, que c'est un être exclusivement *anaérobie*. »

Réponse de M. Trécul.

« Je ne veux pas répondre aujourd'hui à M. Pasteur. Il me sera facile de prouver que notre confrère ne détruit aucune de mes objections. Je me bornerai à dire que l'alinéa de la page 1040 à 1041 qu'il vient de lire montre que les germes du vibrion septique ne redoutent pas l'action de l'oxygène, qui tue les vibrions eux-mêmes; que, par conséquent, ces germes ne sont pas tués par l'air, dans lequel ils sont conservés et par lequel ils sont dispersés et semés. Donc ils sont *aérobies* et les vibrions qu'ils produisent *anaérobies*. Il est en outre évident que, puisqu'il y a deux états bien distincts pour la même espèce, M. Pasteur n'était pas autorisé à établir une classification qui n'en comporte qu'un. »

Observations de M. Pasteur.

« M. Trécul change ici arbitrairement l'acception scientifique ou vulgaire des mots *vie*, *aérobie*, *anaérobie*.

» Le mot *vie* signifie nutrition, développement; le mot *aérobie* signifie vie, nutrition, développement au contact de l'air avec absorption de son oxygène; le mot *anaérobie* veut dire vie, nutrition, développement hors du contact de l'air et sans participation aucune de l'oxygène de l'air.

» Les corpuscules-germes NE VIVENT PAS et n'ont aucun des caractères de la vie, c'est-à-dire de la nutrition, du développement, de la génération.

» Les questions que couvrent ces mots *vie latente des germes* n'ont jamais été abordées par moi; elles sont hors de la discussion. La citation de M. Trécul reste absolument inexacte. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'appareil spécial de nutrition des espèces parasites phanérogames.* Note de M. Chatin.

« J'ai fait connaître, il y a déjà longtemps, la structure anatomique de l'appareil par lequel les végétaux phanérogames parasites tirent leurs matériaux de nutrition des espèces sur lesquelles et aux dépens desquelles ils vivent. Mon travail devait être alors, il fut simplement analytique.

» Je viens aujourd'hui, par des études de synthèse embrassant les faits dans celles de leurs modifications susceptibles d'aperçus généraux, les comparer, m'appliquant à mettre en lumière ceux de ces faits qui se présenteraient soit comme donnant leurs caractères aux appareils mêmes, soit comme liés à la circonscription de groupes naturels ou familles, soit qu'ils apparaissent comme subordonnés aux modes variables de connexions entre les parasites et leurs nourrices, soit qu'ils se rapportent au milieu aérien ou hypogé dans lequel ont lieu ces connexions ou attaches, soit enfin qu'ils changent d'état avec l'âge.

» 1. Dans la généralité des cas, l'espèce parasite se fixe sur la plante nourricière par un pivot conoïde, sorte de clou gros et court, ou mieux de cheville organisée, vivante, remplissant le rôle de racine. Comme celle-ci, le cône suçoir a surtout ce double but : fixer l'espèce là où elle doit vivre; puiser des matériaux de nutrition dans le milieu où il est plongé.

» La structure histologique du suçoir est généralement la suivante :

» La région axile est occupée par une masse conoïde, de consistance ligneuse, que composent de grandes cellules fibroïdes ponctuées, d'autant plus courtes qu'elles sont plus voisines de l'extrémité, d'autant plus longues et plus vascularoïdes qu'elles s'éloignent davantage de celle-ci. Vers la pointe, ces cellules s'agencent entre elles par des terminaisons en biseau; plus haut, là où les suçoirs se détachent, des racines comme dans les Pédiculariées et les Thésiacées, des tiges ainsi qu'on l'observe chez les Cuscutes et les Cassythacées et les Orobanchées, ces cellules se placent bout à bout et

passent plus ou moins à l'état vasculariforme appartenant aux axes qui les ont produites. Je donne à cette partie centrale et de consistance généralement solide des suçoirs le nom de *cône de renforcement*.

» Le cône de renforcement est ordinairement composé d'une masse simple. Parfois, comme dans les *Cytinus*, *Cynomorium*, *Balanophora*, *Apodanthes*, beaucoup de Loranthacées, il se compose de plusieurs faisceaux convergeant vers la ligne axile qui leur est commune.

» On ne saurait confondre les cas où le système solide de renforcement est composé de faisceaux multiples et convergents avec ceux où, consécutivement à la destruction d'un cône de renforcement d'abord simple, comme dans beaucoup d'Orobanches ayant passé les premiers âges, il y a enchevêtrement réciproque des tissus de la parasite et de ceux de sa nourrice.

» L'existence du cône de renforcement des suçoirs paraît être constante. Une exception s'est montrée toutefois dans le *Rafflesia*, dont j'ai vu le suçoir formé tout entier d'un tissu parenchymateux délicat.

» Le cône de renforcement du suçoir est enveloppé d'un tissu à petites utricules minces, non ponctuées, sorte de parenchyme cortical constituant un fourreau à l'axe central lignoïde. Généralement de forme oblongue, au moins vers la terminaison de l'organe, ces cellules parenchymateuses constituent l'extrémité du suçoir, où elles forment un cône qui, continuant le cône de renforcement, s'engage entre les tissus de la nourrice et se fraye un passage au travers d'eux, quelles que soient leur résistance et leur dureté. C'est vraiment quelque chose de surprenant de voir la délicate pointe des suçoirs de la Cuscute traverser le cercle ligneux du *Thesium*, de la grande Ortie (*Urtica dioica*) ou du Lin, celle des *Cassytha*, des *Viscum* et des *Loranthus* s'engager dans le bois très-dur des *Casuarina*, *Quercus*, *Olea*, *Citrus*, etc. Je propose de désigner sous le nom de *cône perforant* cette pointe parenchymateuse qui, malgré la grande délicatesse de son tissu, a le pouvoir merveilleux de progresser, sans s'émousser, au travers des bois les plus durs (¹).

» Le cône perforant paraît ne jamais manquer; cependant, j'ai constaté une fois son absence. C'est dans le *Frostia*, dont l'extrémité du cône de renforcement, non recouverte de son fourreau parenchymateux, resté en arrière, s'engageait dans les tissus de la plante nourricière (un *Bauhinia*).

(¹) La cause de cette faculté de pénétration du cône perforant sera recherchée ultérieurement.

Une autre fois, j'ai vu, dans le *Langsdorfia*, les tissus du cône perforant manquer sur l'un des côtés du suçoir.

» J'ai dit que, dans quelques plantes, le suçoir conoïde est remplacé par un enchevêtrement réciproque des tissus de la parasite et de sa nourrice. Cette forme de l'appareil de nutrition des parasites n'est jamais primitive.

» C'est une formation secondaire qui se produit consécutivement à la destruction des cônes suçoirs dans certaines espèces (*Orobanche*), à végétation ordinairement bisannuelle ou même pérenne. Les choses se passent alors ainsi : tant que la parasite n'a pas déterminé, au delà de son point d'attache, l'atrophie de la racine nourricière sur laquelle elle est fixée, elle continue d'avoir un cône suçoir; mais, lorsque la racine nourricière, épuisée, se détruit au delà de ce point d'attache, le cône disparaît et est remplacé par une disposition en patte d'oie des fibres ponctuées du cône de renforcement, auxquelles s'entremêle le tissu parenchymateux du cône perforant. En même temps, une disposition analogue se produit dans l'extrémité ou moignon de la racine nourricière, dont les tissus ligneux et parenchymateux s'enchevêtrent avec ceux du végétal parasite. Placé alors à l'extrémité même de la racine nourricière tronquée, celui-ci semble s'en élever comme le fait la tige produite et relevée à l'extrémité des rhizomes. Telles on voit aussi, parmi les parasites à attache non souterraine, de vieilles tiges de Gui (*Viscum album*) à l'extrémité des branches nourricières dont elles ont causé l'atrophie et la mort au delà de leur point d'adhérence. Il est d'ailleurs évident que, dans ces cas, la parasite ne se trouvant plus sur le trajet même des sucs nourriciers, elle doit leur faire appel, déterminant tantôt leur descente (*Orobanche*), tantôt leur montée (*Viscum*).

» Chez quelques parasites (Loranthacées diverses) on trouve parfois des suçoirs composés ou multiples qui se sont produits comme par une division digitale là où d'ordinaire il n'existe qu'un suçoir simple.

» La multiplicité des suçoirs a lieu fréquemment dans les mêmes plantes, notamment dans le *Viscum album* et l'*Arceuthobium Oxicedri*, mais cette multiplicité des suçoirs est due alors à un phénomène de végétation très-différent et fort remarquable.

» Alors, en effet, il se produit dans ces plantes, à mesure que, vieillissant, elles semblent ne plus trouver une nourriture suffisante sur le point où elles se sont primitivement fixées, un développement latéral des tissus (parenchymateux spécialement) du suçoir, lesquels, s'épanchant dans la zone cambiale, forment des coulées (ordinairement faciles à suivre à leur coloration verte) entre le bois et l'écorce. Parfois ces coulées de tissus

s'étendent sur une ligne droite et assez étroite (*Arceuthobium* surtout); d'autres fois, elles s'épanchent sans ordre régulier apparent.

» De distance en distance et à intervalles parfois très-rapprochés, presque contigus, ces coulées produisent : du côté intérieur, des suçoirs supplémentaires qui s'engagent dans le bois du végétal nourricier; vers l'extérieur, de nouvelles tiges qui se font jour au travers de l'écorce et sont en tous points semblables à la tige mère produite lors de la germination des graines : chacune des tiges de production secondaire répond à un suçoir secondaire, rappelant ce qui a lieu quand des racines de l'Orme (*Ulmus*) ou des stolons du Fraisier (*Fragaria*) s'élèvent de nouvelles pousses aériennes.

» On voit déjà que les phénomènes biologiques conduisent, comme la morphologie et l'anatomie, à faire admettre de grandes analogies entre les suçoirs des parasites et les racines ordinaires des plantes. L'organogénie viendra confirmer la justesse de cette comparaison. Hâtons-nous, toutefois, de dire que la pilorhize restera un assez bon caractère différentiel. »

MÉMOIRES LUS.

M. l'abbé S. **Balestra** donne lecture d'une Note relative aux phénomènes observés dans des « veines chantantes et lumineuses ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Desains.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés magnétiques temporaires développées par influence dans divers échantillons de nickel et de cobalt, comparées à celles du fer.* Mémoire de M. **Henri Becquerel**. [Extrait par l'auteur (1).]

(Commissaires : MM. Fizeau, Desains, A. Cornu.)

« Nous avons pu rassembler divers échantillons de nickel et de cobalt métallique, et nous avons étudié leurs propriétés magnétiques temporaires en les soumettant à des intensités magnétiques qui ont varié dans les li-

(1) Le Mémoire complet, qui paraîtra prochainement, contient l'exposé des principaux travaux faits antérieurement sur cette question.

mites les plus étendues. Ces expériences ont donné lieu à des méthodes d'observation nouvelles; nous citerons notamment l'emploi d'une balance électromagnétique. Nous avons pris pour termes de comparaison des barreaux tirés d'un même morceau de fer de Suède doux et pur, et nous avons été conduit aux résultats suivants :

» Le rapport des effets magnétiques temporaires développés à la température ordinaire, par des influences magnétiques croissantes, dans un quelconque des barreaux de nickel étudiés, et dans un barreau de fer doux, de même longueur, de même poids ou de même section, est un nombre variable avec l'intensité magnétique à laquelle ces métaux sont soumis. Ce rapport, pour de très-faibles intensités, commence par décroître, passe par un minimum, puis grandit, atteint un maximum et enfin décroît jusqu'à une limite inférieure. Les variations dans le rapport considéré correspondent à des variations d'intensité d'autant plus faibles que le diamètre des barreaux est plus petit par rapport à leur longueur.

» Les échantillons étudiés peuvent se partager en deux groupes : 1° les nickels carburés et les nickels forgés, qui possèdent l'un et l'autre une force coercitive assez grande; 2° les nickels sensiblement purs, fondus ou poreux.

» Les substances du premier groupe manifestent au plus haut degré les variations dont nous venons de parler. Le rapport des effets magnétiques temporaires développés dans ces corps et dans les barreaux de fer correspondants passe par un minimum voisin de 0,4, augmente jusqu'à 0,75 environ, puis décroît jusqu'à une limite inférieure voisine de 0, 2.

» Cette variation du rapport considéré est due à une saturation inégale des deux métaux. Nous avons reconnu que les barreaux de nickel se saturent plus vite que les barreaux de fer, et, par suite, à partir d'une certaine intensité, le barreau de nickel devient un aimant temporaire à peu près constant, alors que le fer continue à s'aimanter davantage pour des intensités croissantes; le rapport doit donc diminuer et tendre vers une limite inférieure constante qui correspond aux intensités pour lesquelles le barreau de fer est lui-même saturé. En comparant entre eux des fils de nickel et de fer qui sont saturés pour de très-faibles intensités, on obtient de suite la limite inférieure du rapport, 0, 2.

» Le rapport du moment magnétique temporaire développé dans les divers barreaux de nickel ou de fer, à l'intensité de l'influence magnétisante, est également un nombre variable avec cette intensité. Ce rapport présente un maximum qui correspond à des intensités plus faibles pour le fer doux

que pour les barreaux de nickel. Les intensités qui déterminent ce maximum dans un barreau de fer, puis dans le barreau de nickel correspondant, sont voisines de celles qui déterminent le maximum et le minimum indiqués plus haut du rapport des effets magnétiques développés dans les deux barreaux.

» L'existence d'une force coercitive a pour effet de diminuer les actions magnétiques temporaires; un recuit prolongé rapproche l'une de l'autre les propriétés magnétiques des divers échantillons de nickel et celles du fer doux.

» Les barreaux de nickel, fondus ou poreux, compris dans le second groupe, ont donné des résultats très-voisins de ceux du fer doux. Un petit barreau très-remarquable de nickel, probablement poreux, a paru un peu plus magnétique que le fer.

» Les écarts entre les propriétés magnétiques des divers barreaux de nickel et de fer sont d'autant plus considérables que les conditions d'influence magnétique sont plus voisines de celles qui déterminent la saturation dans l'un ou l'autre de ces barreaux, et l'on vient de voir que, pour des influences graduellement croissantes, le rapport des effets développés dans chacun d'eux pouvait présenter un minimum et un maximum. Avant la première limite inférieure, il y a déjà un décroissement des propriétés magnétiques du nickel par rapport à celles du fer, et il serait très-important de connaître quelle est, à l'origine, la limite initiale du rapport, pour des influences extrêmement faibles, ou pour des conditions très-éloignées de celles qui déterminent la saturation. La forme des échantillons et les moyens de mesure dont nous disposions n'ont pas permis cette recherche dans tous les cas; cependant, nous avons pu faire une détermination intéressante avec un petit barreau plat de nickel cémenté, préparé par M. Boussingault. Ce petit barreau a $46^{mm},8$ de long, 7 millimètres de large et $2^{mm},5$ d'épaisseur moyenne. En le faisant osciller entre les pôles de deux barreaux aimantés placés à diverses distances, et en le comparant à un barreau de fer de même longueur, même largeur et même poids, oscillant dans les mêmes conditions, on constate les faits indiqués plus haut, c'est-à-dire un premier minimum du rapport égal à 0,44, un maximum égal à 0,70 et une limite inférieure voisine de 0,2 pour des intensités très-considérables. Les oscillations précédentes ont lieu autour d'un axe perpendiculaire à la plus grande longueur des barreaux. Si maintenant on les fait osciller autour d'un axe parallèle à leur plus grande longueur, on trouve, pour deux intensités croissantes, les nombres 0,85 et 0,82.

» Dans ce cas, la grandeur de la section des barreaux, perpendiculaire à

l'axe d'aimantation ($46,8 \times 2,5$), comparée à la faible longueur, 7 millimètres, parallèle à cet axe, permet de considérer les nombres obtenus comme correspondant à un état beaucoup plus éloigné de la saturation que dans toutes les autres déterminations, c'est-à-dire qu'ils correspondent à une intensité inférieure à celle du premier minimum.

» Il est très-remarquable de rapprocher ces nombres de ceux que donnent les limailles des métaux magnétiques comparées entre elles. On sait en effet, d'après les expériences de mon père, que, si l'on prend ces corps à l'état de limailles dont les parcelles sont disséminées d'une manière homogène dans une masse non magnétique, les résultats donnés par le nickel et le fer sont à peu près semblables. On serait donc porté à penser que, pour des influences magnétiques infiniment faibles, pour des conditions infiniment éloignées de la saturation ou pour des substances dans un état moléculaire tel que les réactions mutuelles des molécules magnétiques soient presque nulles, le rapport des effets magnétiques temporaires développés dans les molécules de nickel et de fer soit voisin de l'unité; mais on ne saurait conclure cependant des diverses considérations qui précèdent que les molécules du fer et du nickel, si elles étaient isolées, soient identiques au point de vue magnétique, car la tendance à l'égalité d'effets qui existe à la température ordinaire et loin de la saturation ne subsiste plus, comme on le sait, à une température plus élevée.

» Le cobalt nous a donné des résultats tout à fait analogues aux précédents.

» Dans ce travail, nous ne nous sommes occupé que de l'aimantation temporaire développée par influence; l'aimantation permanente qui peut subsister dans les barreaux fera l'objet d'une étude spéciale. »

M. N. Mathieu adresse une démonstration du théorème de Fermat.

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. G. Plarr adresse un « Essai de théorie des principes élémentaires des quaternions ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. H. Hacdicke adresse, de Kiel, une Note sur le point d'application de la poussée exercée par un liquide sur un corps flottant.

(Commissaires : MM. Fizeau, Bonnet, Puiseux.)

M. A. LERAT adresse une Note concernant une explication du phénomène observé par M. Duter dans la charge et la décharge du condensateur.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. GAUTHIER adresse une réclamation de priorité au sujet de la lampe électrique présentée par M. Ducretet.

M. Gauthier informe l'Académie qu'il a pris, le 14 septembre 1878, pour le compte de M. *Delage*, un brevet pour un système de lampe identique à celui dont il s'agit.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. BERTON adresse un nouveau document concernant l'emploi qui aurait été fait, en Orient, de l'huile d'asphalte pour préserver les vignes de l'attaque des insectes.

Ce document est extrait d'un manuscrit de la Bibliothèque nationale (fonds latin, n° 5129) à la suite d'une Chronique de Robert le Moine.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. VIDAL, M. A. LENFANT adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce :

« Vous m'avez fait l'honneur de m'informer que la Commission académique du Phylloxera, fortement émue des invasions de l'insecte au mois de juillet, s'est décidée à reprendre le cours de ses études, interrompues depuis deux années. Dans ce but, l'Académie des Sciences a résolu de faire appel à ceux des savants qu'elle s'était déjà attachés, ou de désigner de nouveaux délégués qui auraient à s'occuper de la question à tous les points de vue.

» Je suis heureux, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous exprimer

toute ma satisfaction de voir votre illustre Compagnie reprendre le cours de ses intéressants travaux, et je ne doute pas que, sous votre haute et habile direction, les études qui vont être entreprises n'aient un heureux résultat.

» Afin de faire face aux frais que cette nouvelle campagne va occasionner, j'ai l'honneur, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous informer que j'ai accordé à l'Académie des Sciences une allocation nouvelle, qui sera prochainement ordonnancée. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de chacune des Cartes suivantes :

1° Carte des mouillages des voies navigables ;

2° Carte du tonnage des rivières et canaux en 1876 ;

3° Carte du tonnage des routes nationales en 1876 ;

4° Carte du tonnage des chemins de fer en 1876.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *J. Plateau* « Sur une loi de la persistance des impressions dans l'œil » ;

2° Un volume de M. *A. Braconnier*, intitulé « Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle » (Ouvrage publié sous les auspices du Conseil général).

M. l'amiral **de la Roncière le Noury** informe l'Académie qu'il retire sa candidature à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du troisième ordre.* Note de M. **Laguerre**.

« **1.** Étant donnée une équation différentielle linéaire

$$A\frac{d^n y}{dx^n} + B\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \ldots + K\frac{dy}{dz} + L = 0,$$

on peut lui faire subir deux transformations différentes, de telle sorte qu'après les transformations elle conserve encore la même forme.

» On peut d'abord changer de variable en posant $x = f(z)$, puis, cette substitution effectuée, changer d'inconnue en posant $y = \mathrm{V}(z)u$. Les diverses transformées que l'on obtient ainsi, en donnant aux fonctions $f(z)$ et $\mathrm{V}(z)$ toutes les formes possibles, peuvent être considérées comme appartenant à une même classe.

» Ainsi, toutes les équations différentielles de second ordre ne forment qu'une seule classe et sont toutes réductibles à un type unique, par exemple à l'équation $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$; mais l'on ne sait pas, au moyen de simples quadratures, opérer effectivement cette réduction, ni, deux équations du second ordre étant données, trouver les transformations qui permettent de passer de l'une à l'autre.

» 2. Des circonstances entièrement différentes se présentent dans la théorie des équations différentielles linéaires du troisième ordre.

» Considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^3y}{dx^3} + 3\mathrm{P}\frac{d^2y}{dx^2} + 3\mathrm{Q}\frac{dy}{dx} + \mathrm{R}y = 0,$$

et supposons que, après avoir fait successivement les transformations $x = f(z)$ et $y = \mathrm{V}(z)u$, elle devienne

$$(2) \qquad \frac{d^3u}{dz^3} + 3\mathrm{P}_0\frac{d^2u}{dz^2} + 3\mathrm{Q}_0\frac{du}{dz} + \mathrm{R}_0u = 0.$$

» Je considérerai d'abord les expressions $e^{-\int \mathrm{P}\,dx}$ et $e^{-\int \mathrm{P}_0\,dz}$, introduites par M. Liouville dans l'étude des équations linéaires; on voit facilement que l'on a identiquement

$$e^{-\int \mathrm{P}_0\,dz} = e^{-\int \mathrm{P}\,dx}\frac{\frac{dx}{dz}}{\mathrm{V}};$$

la fonction $e^{-\int \mathrm{P}\,dx}$ constitue donc, relativement à l'équation (1), un véritable invariant qui, après les transformations, se reproduit à un facteur près dépendant uniquement des transformations opérées.

» 3. On obtient un second invariant de l'équation (1) en considérant la fonction

$$\mathrm{I} = 4\mathrm{P}^3 + 6\mathrm{P}\frac{d\mathrm{P}}{dx} + \frac{d^2\mathrm{P}}{dx^2} - 6\mathrm{PQ} - 3\frac{d\mathrm{Q}}{dx} + 2\mathrm{R};$$

si, en effet, on forme, relativement à l'équation (2), la fonction semblable

$$\mathrm{I}_0 = 4\mathrm{P}_0^3 + 6\mathrm{P}_0\frac{d\mathrm{P}_0}{dz} + \frac{d^2\mathrm{P}_0}{dz^2} - 6\mathrm{P}_0\mathrm{Q}_0 - 3\frac{d\mathrm{Q}_0}{dz} + 2\mathrm{R}_0$$

on a l'identité

$$I_0 = I\left(\frac{dx}{dz}\right)^3; \tag{3}$$

I est donc encore un invariant de l'équation (1) qui ne change pas de valeur lorsqu'on change l'inconnue.

» En combinant entre eux les deux invariants précédents, je considérerai encore l'invariant $J = e^{3\int P\,dx} I$ qui donne lieu à la relation

$$J_0 = JV^3(z) \tag{4}$$

et qui, on le voit, ne change pas de valeur quand on change de variable.

» 4. Proposons-nous maintenant de reconnaître si deux équations données (1) et (2) appartiennent à la même classe. Si cela a lieu, en intégrant l'équation (3), on aura

$$x = f(x, \alpha),$$

α désignant une constante arbitraire; cette valeur, portée dans la relation (4), déterminera $V(z)$, et, si les équations appartiennent effectivement à la même classe, on devra pouvoir disposer de l'arbitraire α de telle sorte que, par les transformations indiquées, l'équation (2) résulte de l'équation (1).

» 5. Toutes les équations du troisième ordre peuvent, en effectuant de simples quadratures, se ramener à une forme réduite ne renfermant qu'une fonction arbitraire. Si, en effet, on intègre l'équation (3) en y faisant $I_0 = 1$, on en déduit une transformation telle que l'invariant I de la transformée est égal à l'unité; de même, en faisant $J_0 = 1$, on déduit de l'équation (4) une nouvelle transformation telle que la transformée manque du coefficient du second terme, son invariant I demeurant d'ailleurs égal à l'unité.

» Cette transformée sera donc de la forme

$$\frac{d^3u}{dz^3} + 2F(z)\frac{du}{dz} + [F'(z) + \tfrac{1}{2}]u = 0.$$

» Si l'on considère une autre équation sous sa forme réduite

$$\frac{d^3u}{dz^3} = 2\Phi(z)\frac{du}{dz} + [\Phi'(z) + \tfrac{1}{2}]u = 0,$$

il est clair que ces deux équations appartiendront à la même classe si, en déterminant convenablement une constante α, on a identiquement

$$F(x + \alpha) = \Phi(x).$$

» 6. Les considérations qui précèdent supposent essentiellement I différent de zéro. Si $I = 0$, il y a une relation homogène du second ordre et à coefficients constants entre trois solutions quelconques de l'équation donnée. Son intégration se ramène alors à l'intégration d'une équation du second ordre.

» 7. On peut, en même temps que l'équation (1), considérer l'équation adjointe de Lagrange

$$\frac{d^3 u}{dz^3} - 3\frac{d^2}{dx}(Pu) + 3\frac{d}{dx}(Qu) - Ru = 0;$$

si l'on désigne par I et J les deux invariants de l'équation (1) et par I_0 et J_0 les mêmes invariants relatifs à l'équation adjointe, on a

$$I_0 = -I \quad \text{et} \quad J_0 = -\frac{I^2}{J}. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Sur la classification des couleurs et sur les moyens de reproduire les apparences colorées par trois clichés photographiques spéciaux.* Note de M. **Ch. Cros** (¹).

« Je distingue deux catégories comprises sous le mot de *couleurs :* les lumières et les pigments.

» Les lumières élémentaires qui, par leurs mélanges, produisent toutes espèces de teintes proposées, sont la lumière verte, la violette et l'orangée.

» Les pigments élémentaires qui, par leurs mélanges, produisent toutes les teintes proposées, sont le rouge, le jaune, le bleu.

» Pour obtenir immédiatement les teintes élémentaires des lumières et des pigments, il suffit de regarder à travers un prisme une barre blanche sur fond noir et une barre noire sur fond blanc. Dans le premier cas, on voit un spectre orangé, vert, violet; dans le second cas, un spectre bleu, rouge et jaune.

» Je dis que, dans le premier cas, l'orangé, le vert, le violet sont des lumières élémentaires, et que, dans le second cas, le bleu, le rouge, le jaune sont des lumières combinées deux à deux.

» La discussion de la marche des rayons des deux images d'une barre blanche sur fond noir, et d'une barre noire sur fond blanc, démontrerait

(¹) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 23 décembre 1878.

cette proposition; mais je préfère, dans cette courte Note, la démontrer par l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sous le nom de *chromomètre*.

» Dans une caisse noircie à l'intérieur, je dispose, parallèlement entre elles, trois glaces sans tain, formant des angles de 45 degrés avec la paroi. Trois ouvertures, dont les images virtuelles dans les trois glaces viennent se placer en un même lieu apparent, sont munies d'écrans colorés liquides. Ces écrans sont des cuves plates en glaces, remplies des solutions suivantes: solution rouge de chlorure de cobalt, additionné d'un peu de sulfocyanure de potassium; solution jaune de chromate neutre de potasse; solution bleue de nitrate de cuivre. Je fais deux cuves de chaque couleur.

» Ces solutions, qui ne sont pas peut-être les meilleures, devront être exactement dosées, et les épaisseurs des cuves être mesurées. Soient les trois ouvertures A, B, C. Je place devant A deux cuves rouges, devant B deux cuves jaunes, devant C deux cuves bleues. Je regarde devant les glaces sans tain et je vois les trois reflets qui, en se combinant, donnent du blanc (si l'éclairage est égal pour chaque ouverture).

» Si je masque A au moyen d'un écran opaque, je n'ai plus que deux reflets qui se combinent, celui du bleu et celui du jaune. L'apparence obtenue est celle d'un blanc moins éclairé; donc la lumière jaune et la lumière bleue additionnées ne font pas de vert. Le fait a été déjà annoncé par M. Helmholtz, dans des conditions analogues.

» Si je masque B, les deux reflets rouge et bleu se combinent seuls, et la teinte est encore du blanc faiblement violacé. Enfin, en masquant C, on obtient toujours du blanc teinté d'orangé.

» Alors je combine les cuves deux à deux, jaune et bleu, bleu et rouge, rouge et jaune, de manière que les écrans doubles ne laissent passer respectivement que du vert, du violet, de l'orangé. Les trois reflets combinés donnent du blanc, comme précédemment.

» Mais, si l'on masque successivement A, B et C, les apparences changent complétement. Quand on supprime le *vert*, le fond se colore en *rouge carmin pur*, tel qu'on le voit dans le spectre trichrome de la barre noire sur fond blanc; quand on supprime le violet, le fond devient *jaune pur*, tel qu'on le voit dans le même spectre; quand on supprime l'orangé, le fond devient *bleu pur* [1].

---

[1] Pour la commodité de la présentation à l'Académie, j'ai remplacé ces systèmes de cuves par des verres respectivement colorés en violet, vert et orangé, au moyen de collodions aux couleurs d'aniline.

» J'ai nommé cet appareil *chromomètre*, parce qu'il peut servir à distinguer les couleurs les unes des autres par des données numériques. En effet, pour faire varier à l'infini la teinte résultante du champ visible, il suffit de faire varier l'éclairage de chaque ouverture. Tous les procédés photométriques sont bons pour cela; je me propose d'employer la méthode d'Arago, par la lumière polarisée. Mais je n'ai pu me permettre la construction coûteuse d'un tel appareil, et je me borne, dans l'instrument réalisé, à faire varier les éclairages en interposant des doubles plus ou moins nombreux de papier translucide.

» Deux verres reçoivent des épaisseurs de papier variant régulièrement d'un bout à l'autre, et on les place devant le violet et l'orangé, les épaisseurs en sens inverse; enfin, un troisième verre reçoit les épaisseurs maximum au milieu et les épaisseurs minimum à ses deux bouts; il est placé devant le verre vert. Le champ visible présente alors l'aspect du spectre de la barre noire sur le fond blanc; si l'on veut obtenir l'apparence du spectre de la barre blanche sur fond noir, il faut substituer un troisième verre, un verre qui soit à ce premier ce qu'un positif photographique est à son négatif, c'est-à-dire avec les épaisseurs maximum aux deux bouts et l'épaisseur minimum au milieu.

» Une des applications les plus curieuses du chromomètre est la suivante :

» J'obtiens trois clichés d'après un tableau coloré quelconque, le premier cliché à travers un écran vert, le second à travers un écran violet, le troisième à travers un écran orangé. Ces écrans sont encore des cuves plates en glaces, contenant des solutions colorées titrées. Je remarque, en passant, que l'inégalité d'actinisme de ces différentes lumières est complétement compensée par diverses substances colorantes organiques, dont j'imprègne les plaques sensibles.

» Les clichés obtenus sont formés d'argent réduit, comme les clichés ordinaires. J'obtiens les positifs noirs sur verre de ces clichés, et je place chacun de ces positifs, dans le chromomètre, devant l'écran de même couleur que celui qui a servi à tamiser les rayons dans l'obtention du cliché correspondant.

» Je fais coïncider les trois reflets, et l'apparence résultante est celle du tableau modèle, si l'on règle convenablement les trois éclairages.

» J'ajoute quelques mots sur les pigments. Ce qu'on appelle la *couleur rouge matérielle* est une substance qui *supprime le vert* de la lumière blanche;

il ne reste donc, des trois lumières élémentaires, que le violet et l'orangé, dont la *somme* est du rouge. De même, le pigment jaune est celui qui supprime la *lumière violette*, le pigment *bleu* supprime la *lumière orangée*.

» J'en ai conclu que, en réalisant sur une même surface blanche les trois positifs en rouge, en jaune et en bleu, on obtiendrait sur cette surface l'image du modèle coloré. L'expérience, réalisée soit par la taille-douce, soit par le procédé sur gélatine de M. Poitevin, a confirmé mes prévisions. J'ai eu l'honneur de montrer quelques spécimens de ces tirages à l'Académie ([1]). »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les effets d'induction à travers les circuits téléphoniques, au moyen du microphone et du téléphone.* Note de M. D. HUGHES, présentée par M. Th. du Moncel. (Extrait.)

« On sait qu'un téléphone est sensiblement impressionné par l'induction des courants transmis sur les lignes voisines de celle sur laquelle il est interposé, et c'est même un des grands obstacles à l'établissement des téléphones sur les lignes télégraphiques. Le microphone m'a permis d'étudier ces effets d'une manière complète, et ce sont les résultats que j'ai observés qui font l'objet de cette Note.

» La disposition de l'expérience est à peu près celle que j'ai indiquée dans ma dernière Note; seulement une pile de trois éléments Daniell est mise à contribution pour fournir le courant inducteur, et c'est dans le circuit de cette pile que sont introduits le microphone, l'horloge à réveil et l'inducteur proprement dit, qui est généralement une simple hélice. Le téléphone est placé dans le circuit induit avec la partie de ce circuit disposée pour recevoir l'action de l'inducteur et qui est constituée par une seconde hélice. Or voici les résultats de quelques expériences qui peuvent donner quelques renseignements utiles, non-seulement sur la construction des téléphones, mais encore sur leur usage.

» 1. Si les deux hélices, ayant 5 centimètres de diamètre extérieur, 1 centimètre d'épaisseur et un diamètre intérieur de 4 centimètres, sont enroulées avec 100 mètres de fil n° 32 et placées parallèlement à très-petite distance l'une de l'autre, les sons transmis par le microphone sont clairement entendus, même quand ils sont articulés. Quand l'intervalle sépa-

([1]) J'ai pu faire cet ensemble de recherches pratiques, grâce à l'aide éclairée de M. le duc de Chaulnes, à qui je témoigne ici ma reconnaissance.

rant les deux bobines augmente, les sons reproduits s'affaiblissent, mais on les entend encore à une distance de 30 centimètres et dans toutes les positions, sauf quand leurs axes sont perpendiculaires l'un à l'autre, ce qui permet de déterminer une direction neutre d'induction pour laquelle aucun son n'est transmis, mais que la moindre réaction extérieure peut troubler, et alors les sons redeviennent perceptibles. Ainsi un aimant ou même un morceau de fer doux placé à quelques centimètres en dehors de cette direction permet aux sons de se manifester.

» 2. Les deux hélices étant éloignées l'une de l'autre de 10 centimètres et des corps non conducteurs étant interposés entre elles, les sons reproduits sont les mêmes que quand aucun corps n'est interposé; mais, si ces corps sont conducteurs, ils sont un peu affaiblis et en proportion de leur conductibilité ; ainsi le cuivre fournissait un effet six fois plus grand que le fer. Pour réduire ces sons au quart de leur force, il fallait interposer quinze feuilles de fer ayant une surface de 16 centimètres. Toutefois, cette réduction est plus accentuée quand on substitue aux lames métalliques des spirales dont les bouts sont réunis, et, si ces spirales constituent une grosse hélice formée par une demi-livre de fil n° 32, l'extinction du son devient presque complète, du moins quand son circuit est fermé sur lui-même, car, quand il reste ouvert, le son ne se trouve nullement diminué.

» 3. Les sons ainsi reproduits par l'induction sont beaucoup plus intenses avec les hélices plates qu'avec les hélices longues, et en augmentant du double l'épaisseur de celles dont il a été question plus haut, sans changer la longueur du fil, les sons étaient trois fois plus forts. Supposant que cet effet était dû à la plus grande proximité des spires dans l'hélice plate, j'ai changé le mode d'enroulement; mais les sons étaient toujours moins forts qu'avec les hélices plates d'environ moitié.

» 4. Si l'on prend une de ces hélices plates et qu'on l'encastre dans un second téléphone près du diaphragme, du côté de l'aimant, en intercalant la bobine du téléphone dans le circuit du microphone, on entend presque également bien dans les deux téléphones. Or, si dans ces conditions on retire un peu l'aimant du téléphone intercalé dans le circuit inducteur, de manière que les sons produits par celui-ci soient à peine perceptibles, on entend dans le second téléphone presque aussi bien qu'avant le changement.

» 5. Si, au lieu d'une seule bobine de téléphone mise en rapport avec le circuit du microphone, on en emploie deux ou plusieurs mises chacune

en rapport avec un circuit différent dans lequel seront interposés un microphone et une pile, l'hélice induite mise à portée de ces différentes bobines transmettra simultanément les sons produits dans chaque circuit; ainsi, on pourra percevoir à la fois les sons d'un piano, ceux d'un chant et ceux de la parole, et l'on pourra de cette manière étudier ces sons séparément et en combinaison.

» 6. Si l'on retire d'un téléphone la bobine qui enveloppe l'aimant et qu'on la place en dehors du téléphone tout en le maintenant dans le circuit du microphone, les sons sont transmis clairement dans le téléphone, et leur force dépend de la distance à laquelle la bobine est placée; ils sont encore perceptibles à une distance de 20 centimètres. Or, si l'on applique une bobine de cette nature contre une oreille et que l'on applique contre l'autre le téléphone dépourvu de sa bobine, il deviendra possible d'entendre avec un téléphone sans bobine et sans fil de circuit, et celui-ci devient une sorte d'*analyseur électrique* qui permet d'étudier ce qui se passe dans des organes parcourus par des courants. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvel élément voltaïque à courant constant.* Note de M. **A. Héraud**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Dans la pile électrique, une des causes principales d'affaiblissement est l'appauvrissement, en principes actifs, du liquide excitateur. Je me suis proposé de faire servir les réactions qui s'accomplissent au sein du corps dépolarisateur à entretenir, le plus longtemps possible, le liquide excitateur dans le même état de concentration.

» Le liquide excitateur dont je me sers est le chlorhydrate d'ammoniaque; le corps dépolarisateur est le protochlorure de mercure ou calomel. Lorsque le circuit est fermé, le chlorhydrate d'ammoniaque, en présence du zinc, donne du chlorure de zinc, avec formation d'ammoniaque et d'hydrogène. Ces deux derniers corps se portent à l'électrode positive :

$$AzH^4Cl + Zn = ZnCl + AzH^3 + H.$$

» L'hydrogène réduit le protochlorure, avec production de mercure métallique, d'acide chlorhydrique, et par suite de chlorhydrate d'ammoniaque :

$$Hg^2Cl + H + AzH^3 = AzH^4Cl + 2Hg.$$

» Par conséquent, tant qu'il existera du protochlorure autour de l'électrode positive, du chlorhydrate d'ammoniaque sera régénéré, et il semble, en dernière analyse, qu'on n'a fait que chlorurer indirectement le zinc à l'aide du chlorure mercureux

$$Hg^2Cl + Zn = ZnCl + 2Hg.$$

» Mais, en réalité, la réaction est plus complexe, car il y a en même temps décomposition de l'eau, formation de chlorure mercureux à base d'amide et d'oxychlorure de zinc ammoniacal.

» Or, cet oxychlorure ne tarde pas à se déposer sur l'électrode positive, l'action chimique diminue et la résistance augmente. Pour empêcher ce dépôt cristallin de se produire sur la surface du zinc, j'ai mis à contribution la propriété que possède ce chlorure de se dissoudre dans l'ammoniaque; aussi la solution de sel ammoniac que j'emploie, au lieu d'être saturée, est étendue d'un dixième, en volume, d'ammoniaque liquide du commerce. De plus, le zinc, au lieu de reposer directement sur le fond du vase qui contient les différentes pièces de l'élément, est suspendu à l'aide d'une lame de cuivre rouge, revêtue d'un enduit préservateur en glu marine, au milieu du liquide, à quelques centimètres du fond. Une expérience de plus de trente mois a prouvé l'efficacité de ces précautions. Les lames de zinc amalgamé sont restées nettes et brillantes; presque tous les cristaux formés se sont déposés au fond du vase, mélangés au mercure réduit, qui, obéissant à sa grande densité, avait traversé le sac en toile à voile contenant l'électrode positive en charbon et le mélange dépolarisateur. Pour empêcher la volatilisation de l'ammoniaque et la production des efflorescences du sel ammoniac, qui, comme on le sait, cristallise aisément sur les bords du vase, hors de sa solution, sous forme de croûtes grenues, l'élément est fermé à l'aide d'un bouchon recouvert de suif et de noir de fumée, puis scellé soit avec un mastic à base de résine et de gutta-percha, soit avec un mélange de collodion chirurgical et de coaltar.

» Cet élément a été étudié pendant 248 jours; au bout de ce laps de temps, pendant lequel il avait servi à de nombreuses expériences, l'intensité qu'il manifestait à la boussole des sinus était encore les 0,66 de l'intensité primitive. Dans une pile de 9 éléments, cette intensité était encore de 0,73 au bout de 227 jours et de 0,50 au bout de 984, l'intensité primitive étant 1.

» Au début, la résistance de l'élément est de $75^m,3$ de fil télégraphique

de $0^m,004$; elle devient égale à $79^m,5$ au bout d'une dizaine de jours. En représentant par 1 l'intensité de l'élément à sulfate de cuivre, l'intensité de l'élément au protochlorure est de 1,4512 au début; elle était de 1,0749 au bout de six mois de montage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide tétrique et ses homologues.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« J'ai dans ces derniers temps étudié plusieurs homologues de l'acide heptique ; on connaît aujourd'hui les termes suivants de cette série.

» *Acide tétrique,* $3C^4H^4O^2 + H^2O$, corps incolore qui se dépose en beaux cristaux tricliniques par évaporation de sa solution aqueuse. Cet acide, assez peu soluble dans l'eau froide, se dissout, ainsi que ses homologues, en forte proportion dans l'alcool, l'éther et l'eau bouillante. Insoluble dans le chloroforme froid, il s'y dissout en abondance à l'ébullition si l'on ajoute quelques gouttes d'alcool. Une pareille dissolution laisse, par refroidissement, se déposer presque en entier l'acide dans un grand état de pureté. Il fond à 189 degrés sans s'altérer. Comme tous ses homologues, il colore en rouge violacé le perchlorure de fer.

» *Acide pentique,* $3C^5H^6O^2 + H^2O$. Ce produit, fusible à 127-128 degrés, forme de beaux cristaux orthorhombiques, très-facilement clivables parallèlement à p, par évaporation très-lente de sa solution aqueuse. Il est très-soluble à chaud dans le chloroforme, peu à froid.

» *Acide hexique,* $3C^6H^8O^2 + H^2O$, obtenu par l'éther acétylpropylacétique. C'est un corps incolore qui cristallise magnifiquement en larges lames nacrées par refroidissement de sa solution aqueuse bouillante. Il fond à 126 degrés.

» *Acide isohexique,* $3C^6H^8O^2 + H^2O$, obtenu par l'éther acétylisopropylacétique. Il forme, par évaporation lente de sa solution éthérée, de volumineux prismes orthorhombiques fusibles à 124 degrés.

» *Acide heptique,* $3C^7H^{10}O^2 + H^2O$, déjà décrit.

» Ces acides présentent des propriétés chimiques tellement rapprochées, que tout ce qu'on peut dire de l'un s'applique de même aux autres.

» La chaleur les décompose au-dessous de 300 degrés en les noircissant beaucoup, tandis qu'une portion distille sans s'altérer.

» Les sels qu'ils forment sont assez remarquables par leur composition. Les radicaux $C^4H^4O^2$, etc., se comportent comme l'anhydride sili-

cique, plusieurs molécules de ces radicaux s'unissant à une ou plusieurs molécules de base. Ainsi, A désignant l'un d'eux, B une base (BaO, CaO, Ag^2O, etc.), on peut avoir les sels suivants :

$$2A + B,\quad 3A + B,\quad 5A + 2B.$$

» L'acide azotique fumant attaque ces acides et les transforme en produits nitrés cristallisés, malheureusement trop peu abondants pour qu'on puisse les étudier.

» L'acide sulfurique les dissout sans les altérer, même à 100 degrés.

» Le brome et le chlore s'additionnent et donnent naissance à des composés liquides inaltérables à froid par l'eau.

» L'hydrogène naissant, dégagé par l'amalgame de sodium en solution acide ou basique, ou par le zinc et l'acide chlorhydrique à chaud ou à froid, m'a paru sans aucune action, même au bout de quatre jours.

» Le perchlorure de phosphore dégage de l'acide chlorhydrique et forme de l'oxychlorure de phosphore ainsi qu'une huile chlorée. Pour l'acide tétrique, l'équation est la suivante :

$$(3C^4H^4O^2 + H^2O) + 4PhCl^5 = 2HCl + 4PhCl^3O + 3C^4H^4C\,^2O.$$

» On en a de semblables avec ses homologues. L'huile chlorée, insoluble dans l'eau, s'isole en traitant par cet agent le produit de la réaction. L'huile, incolore si l'acide était pur, est séchée sur le chlorure de calcium.

» $C^4H^4Cl^2O$ bout avec traces de décomposition à 171-172 degrés. Sa densité à 10 degrés est égale à 1,471 ; son odeur, faible, est légèrement aromatique. A température ordinaire ou à 100 degrés, l'eau, l'alcool, l'ammoniaque, la potasse, sont sans action sur lui. Il fixe avec facilité le brome et le chlore. $C^4H^4Cl^2Br^2O$ fond à 67°-67°,5, en dégageant du brome et de l'acide bromhydrique. $C^4H^4Cl^4O$ fond à 48°-48°,5. Ce sont des corps magnifiquement cristallisés, inattaquables à froid par l'eau, l'alcool, l'ammoniaque et la potasse. Ce sont, sans aucun doute, des acétones tétrachlorées et dichlorodibromées.

» L'acide azotique fumant dissout $C^4H^4Cl^2O$ en donnant un corps nitré; l'acide sulfurique le dissout aussi, mais très-lentement, en formant une magnifique coloration pourpre.

» $C^5H^6Cl^2O$ bout à 189-192 degrés en se décomposant plus notablement que le précédent. Ses propriétés chimiques et physiques sont tout à fait analogues.

» Les autres homologues $C^6H^8Cl^2O$, etc., ne sont pas volatils sans décomposition. Leurs propriétés sont semblables à celles des précédents.

» Comme la densité de vapeur de ces composés chlorés n'a pas été prise, on pourrait penser que leur formule peut être un multiple de celles que j'ai données. Mais, si l'on réfléchit que le plus simple multiple du premier d'entre eux serait $C^8H^8Cl^4O^2$, on voit qu'un pareil corps ne saurait bouillir à 172 degrés. L'un des plus simples des dérivés octyliques, le chlorure d'octyle, bout, en effet, déjà à 175 degrés.

» La potasse caustique, dissoute dans une petite quantité d'eau, décompose nettement ces acides vers 150 degrés, d'après la réaction

$$C^4H^4O^2 + 2KHO = C^3H^5KO^2 + CHKO^2,$$

en formiate et propionate, et suivant les réactions analogues.

» On peut déduire de ces réactions la formule de ces radicaux ; ce sera l'objet d'une prochaine Note. »

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur le développement des œufs et de l'ovaire chez les mammifères, après la naissance.* Note de M. CH. ROUGET, présentée par M. Vulpian.

« L'ovaire entier et frais de chattes, de chiennes, de lapines nouveau-nées, de même que celui de très-jeunes embryons, examiné à de faibles grossissements (de 20 à 30 diamètres), se montre formé à sa surface par un réseau sous-épithélial de cordons ovulaires, contournés, anastomosés, pressés les uns contre les autres. Depuis plus de dix ans, je montre dans mes Cours des coupes d'ovaires de chiennes et chattes nouveau-nées, d'embryons de porc, de fœtus humains, qui prouvent que la région médullaire est, comme la région corticale, formée de cordons ramifiés et anastomosés.

» *Cordons corticaux.* — Les cordons corticaux sont constitués par des ovules agglomérés, sans épithélium enveloppant ou interposé, tels, en un mot, qu'ils ont été décrits et figurés pour la première fois par His (1865), et plus récemment (1879) par Kölliker, réformant sur ce point ses descriptions anciennes. Du réseau de cordons d'ovules nus émergent des prolongements qui gagnent la surface de l'ovaire, et dont les extrémités libres, coniques ou arrondies, sont enchâssées dans l'écartement des cellules

cylindriques dont les têtes se recourbent pour former, au-dessus des cônes ovulaires, une voûte de forme ogivale. Ce sont là les racines du réseau cortical, ses centres d'origine. Chez les femelles nouveau-nées des animaux qui naissent les yeux fermés, on trouve, dans l'écartement des cellules épithéliales muqueuses, à côté des groupes d'ovules, têtes des cordons corticaux, des *ovules isolés*, non complétement inclus dans l'épithélium, mais logés dans les interstices des sommets des cellules coniques. Un certain nombre au moins de ces ovules ont été séparés par la coupe des têtes des cordons corticaux dont ils faisaient partie; d'autres sont des ovules primordiaux arrêtés dans leur développement.

» On ne rencontre, dans la couche d'épithélium prétendu *germinatif*, que des cellules épithéliales présentant tous les caractères de l'épithélium muqueux, dont les têtes sont même recouvertes par une cuticule identique, moins les canalicules poreux, à celle de l'épithélium intestinal. A côté sont les ovules, avec leurs caractères distinctifs non moins nettement accusés. Aucune forme de transition entre ces deux espèces d'éléments si différents n'autorise l'hypothèse d'une transformation des éléments épithéliaux en ovules. Les cellules épithéliales et les ovules juxtaposés dans la même couche cellulaire sont nettement distincts dès leur première apparition (embryons de lapin, de 12 à 14 millimètres).

» Les cordons corticaux d'ovules nus existent encore chez les chattes et les chiennes vingt ou vingt-cinq jours après la naissance, et chez des lapines de douze à quinze jours. Je les ai trouvés persistant encore en partie chez une petite fille cinq jours après la naissance. Chez des chattes et des chiennes de trois mois et demi à quatre mois, les cordons sont dissociés en groupes d'ovules, et en ovules isolés, encore nus et en contact immédiat avec les faisceaux du stroma contractile. Dans la même zone corticale, non-seulement chez les chattes à l'époque du rut, mais avant, après le rut, et même chez des chattes fécondées et assez âgées, j'ai constamment rencontré soit des groupes d'ovules nus, soit des ovules nus isolés dans les mailles du stroma cortical. De plus, chez toutes les chattes que j'ai examinées, dans la région médullaire, j'ai rencontré de gros ovules, aussi développés que ceux des follicules de Graaf, mais caractérisés par une très-épaisse membrane vitelline. Les uns sont logés dans les interstices des faisceaux du stroma fibreux, sans aucune enveloppe propre, les autres plongés ou en partie enclavés dans les amas de cellules à granulations graisseuses de la région médullaire, mais sans aucun vestige de revêtement épithélial propre. J'ai trouvé également une ou plusieurs couches d'ovules

nus dans la zone corticale chez les lapines adultes, chez des brebis, pendant la gestation. Dans tous ces cas, les ovules nus paraissent provenir uniquement de la dissociation des cordons corticaux.

» *Cordons médullaires.* — Dès le début de mes recherches, j'avais été frappé de la différence fondamentale qui existe entre les cordons corticaux et les cordons médullaires au point de vue de leur constitution élémentaire. Chez les chattes, les chiennes et les lapines nouveau-nées, tandis que les premiers sont entièrement formés d'ovules agglomérés, les seconds consistent uniquement, dans la plus grande partie de leur étendue, en une agrégation de petites cellules rondes ou ovales. Au moment de la naissance, les ovules ne se montrent enchâssés au milieu des petites cellules que dans une zone étroite, sur les confins des régions médullaire et corticale. Dans l'ovaire de jeunes chiennes de trois à quatre mois, les groupes d'ovules nus et les follicules de Graaf déjà formés sont confinés dans la zone corticale, qui occupe moins du tiers de l'épaisseur de l'organe. Le noyau médullaire apparaît comme un organe distinct, emboîté dans l'intérieur de la calotte corticale, qui constitue le véritable ovaire, tandis que les cordons pleins, ramifiés et anastomosés de la masse centrale, aboutissant au niveau du hile à des canaux à lumière vide et tapissés par un épithélium cylindrique, sont caractérisés par une analogie, déjà signalée par Waldeyer, avec les cordons séminifères du testicule.

» A l'époque où je constatai que les ovules des cordons corticaux n'apparaissent entourés de petites cellules (tubes de Valentin) que lorsqu'ils s'engagent dans l'épaisseur des cordons médullaires [1], je ne connaissais pas encore un travail de Kölliker [2] qui mentionne des observations semblables faites sur l'ovaire de chiennes nouveau-nées. Mes recherches, qui ont été accomplies sans aucune opinion préconçue, m'ayant conduit à des conclusions qui concordent avec celles de Kölliker, contribueront peut-être à faire accepter ces données nouvelles, qui jusqu'à présent paraissent jouir de peu de crédit auprès des embryologistes les plus autorisés.

» Je suis, du reste, en mesure d'apporter, à l'appui de la démonstration de l'existence dans l'ovaire d'un appareil représentant les cordons séminifères du testicule et du rôle important qu'il joue dans le développement des ovules avant et après la naissance, des preuves bien plus nombreuses et plus décisives, je l'espère, que celles qui ont été fournies

---

(1) Voir *Rapport sur l'École pratique des Hautes Études*, 1876-1877, p. 110.

(2) *Comptes rendus de la Société physico-médicale de Wurzbourg*, vol. VIII, 1874.

antérieurement. Ces preuves sont tirées d'observations poursuivies depuis près d'une année sur le développement parallèle des glandes sexuelles mâles et femelles, et sur l'hermaphrodisme primordial. Je pourrai très-prochainement communiquer ce travail à l'Académie, ainsi que mes observations sur les transformations que subit l'appareil testiculaire de l'ovaire chez les femelles adultes et sur le rôle que joue le stroma contractile de l'ovaire dans la migration des ovules chez les mammifères [1]. »

GÉOLOGIE. — *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle.* Mémoire de M. BRACONNIER. (Extrait.)

« *Systèmes de lignes de cassure et failles.* — Les systèmes de lignes de cassure qui ont laissé l'empreinte de leur action sont les suivants : E. 1° N.; E. 21° N.; E. 35° N.; E. 60°½ N.; N. 2°½ O.; N. 22° O.; N. 37°½ O. Ils se répartissent en quatre groupes de deux systèmes de directions sensiblement perpendiculaires, sans doute contemporains. Parmi ces groupes, il en est un, celui des systèmes N. 37°½ O. et E. 35° N., dont l'empreinte est tout à fait caractéristique pour le département de Meurthe-et-Moselle. Les effets de ces deux systèmes, bien constatés sur le terrain avant la fin de l'année 1877, sont, jusque dans les plus petits détails, conformes aux résultats des expériences dont M. Daubrée a rendu compte à l'Académie des Sciences au commencement de 1878. Les nombreuses lignes de cassure décomposent le sol en compartiments rectangulaires, qui se sont très-fréquemment élevés ou affaissés indépendamment les uns des autres ; de là les variations brusques d'amplitude que présentent les nombreuses failles connues. Les lignes de cassure représentant les artères du sol, la détermination de leur orientation présentait un intérêt tout particulier au point de vue de la recherche des eaux potables, de la recherche des filons d'eau salée saturée, et même pour le captage de certaines sources minérales sulfatées calciques, du groupe de celles de Contrexéville.

» *Alluvions anciennes.* — Lorsque le sol géologique n'est pas à nu, il est recouvert par les alluvions anciennes, formées des débris des terrains enlevés par dénudation et transportés par les eaux à une certaine distance ;

---

(1) *Voir* ma première Communication sur le stroma contractile de l'ovaire dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1856.

sur les points où les diverses sortes d'alluvions sont superposées, on les trouve toujours dans l'ordre suivant, de bas en haut :

» 1° Grouine, ou sable calcaire, formée par la destruction des terrains calcaires;

» 2° Terre rouge, avec minerai de fer en grains, formée sans doute par la destruction de gisements de minerai de fer dans les crevasses des calcaires de l'oolithe inférieur;

» 3° Argile sableuse, sable quartzeux et galets quartzeux, provenant principalement de la destruction des grès vosgien et bigarré.

» La grouine se rencontre depuis les marnes supraliasiques moyennes jusqu'au calcaire astartien inclusivement; la terre rouge, depuis les marnes supraliasiques inférieures jusqu'au terrain kellovien exclusivement; la troisième alluvion, désignée sous le nom d'*alluvion vosgienne*, se rencontre sur tous les terrains, et forme des dépôts d'autant plus importants qu'ils sont plus rapprochés des montagnes des Vosges. »

M. A. **Brachet** adresse deux Notes relatives à l'éclairage électrique.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 13 janvier 1879.)

Page 49, ligne 22, *au lieu de* mis à contribution les, *substituez* fait usage des.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Troisième réponse à M.* Berthelot; par M. Pasteur.

« Mon savant confrère M. Berthelot écrivait le 6 janvier :

« .... Je n'ai pas coutume de caractériser moi-même la méthode et la logique de mes contradicteurs : ce sont là des sujets que je préfère laisser au jugement du public compétent. »

» Malheureusement, l'homme est ondoyant et divers, car voici le jugement que M. Berthelot porte sur ma méthode et ma logique au commencement de sa dernière Note à laquelle je réponds :

« .... Je n'insisterais point, s'il ne pouvait résulter un grave dommage pour la Science de cette confusion perpétuelle et presque inconsciente entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas. »

» Il y a à ce jugement, qui donne un si gros démenti à la solennelle déclaration du 6 janvier, une contre-partie piquante :

« .... La conjecture, dit-il, et l'hypothèse sont légitimes, sans aucun doute, dans la Science, mais à la condition de ne pas les imposer au lecteur et d'en maintenir le véritable caractère, ce que j'ai toujours pris soin de faire d'abord. »

» Voilà donc nos mérites respectifs bien et dûment appréciés : moi, je confonds perpétuellement et inconsciemment ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas; M. Berthelot a toujours pris soin de ne pas commettre cette faute. Voyons si cette double appréciation, ramenée aux dimensions de la vérité, ne se transformerait pas dans celle de cette vieille et toujours jeune histoire de la paille et de la poutre.

» L'Académie sait, à n'en pas douter, de quoi il s'agit. La discussion porte sur la question des êtres *anaérobies* et sur la manière dont ils se comportent vis-à-vis des substances fermentescibles. C'est sur ce point que M. Berthelot nous assure qu'il sépare toujours nettement pour le lecteur ce qui est prouvé de ce qui ne l'est pas. Mais comment pourriez-vous faire autrement? dirai-je à mon savant ami. Vous avez fait des hypothèses sur le point en litige, et non des observations ou des expériences qui vous soient personnelles; aussi la séparation que vous vous targuez d'avoir toujours faite entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas était chose inutile ou tout accomplie. Vos hypothèses étant seules, vous n'aviez pas à les séparer de ce que vous aviez prouvé.

» Considérons d'autre part le jugement porté par mon savant confrère sur la manière dont j'interprète les résultats de mes propres recherches.

» Il y a près de vingt-deux ans que j'ai commencé l'étude des fermentations proprement dites, puisque mon Mémoire sur la fermentation lactique a été lu à l'Académie le 30 novembre 1857. Il y a dix-huit ans, le 25 février 1861, que j'ai annoncé l'existence d'êtres *anaérobies* et leur caractère de ferments animés. — Qu'on me permette d'insister, en passant, sur ces deux intervalles de vingt-deux ans et de dix-huit ans de travaux ininterrompus et de faire remarquer que mes contradicteurs actuels, MM. Trécul et Berthelot, en sont, le premier à rechercher des preuves que j'ai pu me contredire, ce à quoi il ne parvient qu'en altérant des textes et en changeant l'acception vulgaire des mots; le second, M. Berthelot, à discuter sur une pointe d'aiguille les déductions les plus légitimes. Quel bon point, ajouterai-je en conséquence, donné par mes savants contradicteurs à la rigueur de mes études, et quels services ils rendent à celles-ci en prétendant les affaiblir!

» Quoi qu'il en soit, le jugement de M. Berthelot existe : *je confonds perpétuellement et presque inconsciemment ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas.* Je l'avoue avec empressement : à l'exemple de mes maîtres et de tous ceux qui ont le souci de la dignité du travail scientifique, à l'exemple, par conséquent, de mon éminent ami M. Berthelot, je ne crois pas avoir jamais produit une recherche quelconque sans la faire suivre de déductions

ou d'inductions. M. Berthelot dit dans sa dernière Note : « *La conjecture et* » *l'hypothèse sont légitimes dans la Science....* » Je suis complétement de cet avis, mais je préférerais qu'il eût dit l'*induction* au lieu de *l'hypothèse.* La signification de ces deux expressions n'est pas du tout la même. L'hypothèse est toujours plus ou moins loin des faits, l'induction les touche et leur est enchaînée. Or, que M. Berthelot me permette de le lui dire avec courtoisie, c'est ici que s'établit nettement, dans le débat actuel, la grande différence de nos méthodes respectives et de notre logique. J'ai la prétention de faire des inductions, tandis que mon confrère fait des hypothèses. Précisons ce double caractère.

» En 1861, je découvre que :

» 1° Le ferment de la fermentation butyrique est un vibrion ;

» 2° Ce vibrion peut vivre dans un milieu purement minéral qui tient en dissolution du sucre ou du lactate de chaux ;

» 3° Ce vibrion vit, se nourrit, se multiplie, s'engendre en dehors de toute participation du gaz oxygène libre;

» 4° Le contact de l'air le tue. En faisant passer un courant de gaz acide carbonique dans la liqueur où il va, vient, se divise par scission..., il continue de vivre, de se mouvoir, de s'engendrer. Au contraire, un courant d'air le fait tomber sans vie au fond des vases et arrête la fermentation qu'il déterminait auparavant.

» Ce sont là de grands résultats, qui ont inauguré une Physiologie nouvelle et si inattendue, que, après dix-huit années de développements et d'exemples nouveaux d'êtres anaérobies, Claude Bernard paraît les avoir méconnus dans leurs conséquences et leur vérité, et notre confrère M. Berthelot nous assure, à la fin de sa Note, qu'il est bien près d'en faire autant.

» En présence des beaux phénomènes que je rappelle, pouvais-je ne pas y voir une lumière inattendue sur le mystérieux phénomène de la fermentation? Pouvais-je ne pas tirer de ces faits une induction? Je dis *induction*, et non pas *hypothèse*. Oui, j'ai mis en rapport, dans une induction très-légitime, bien plus, obligée, le caractère de vie sans air et le caractère ferment, et je crois en avoir donné des preuves. N'y aurait-il d'ailleurs que les preuves de fait et de coïncidence, reconnues depuis lors, que mon induction me paraîtrait inattaquable dans l'état actuel de la Science. Ces preuves de fait et de coïncidence, les voici : toutes les fois qu'il y a vie sans air, il y a fermentation proprement dite ; toutes les fois qu'il y a fermentation proprement dite, on peut constater l'existence de la vie sans air, même dans le cas où l'oxygène libre intervient pour compliquer le phénomène, comme dans le cas de la fermentation alcoolique par la levûre, au contact de l'air.

...

» En résumé, la vie sans air, dans le cas des vibrions butyriques et chez tous les anaérobies qui ont été découverts jusqu'à présent, se montrant associée à la fermentation, c'est là qu'il faut chercher, suivant moi, l'explication du mystère des fermentations proprement dites. Sans avoir jamais eu la prétention d'entrer dans l'intimité des phénomènes, je remarque que, dans les cas de fermentation d'une matière fermentescible dans un milieu minéral, en dehors de toute participation du gaz oxygène libre et avec semence des germes de l'être anaérobie, celui-ci emprunte forcément tout le carbone et tout l'oxygène de ses matériaux au carbone et à l'oxygène de la matière fermentescible. L'organisme, tant qu'il vit, tant qu'il n'est pas transformé en corpuscules-germes et que ceux-ci n'ont pas repris leur vie active, tant qu'il y a de la matière fermentescible à décomposer, l'organisme touche à celle-ci incessamment et lui enlève les éléments carbone et oxygène. Il les réunit ensuite à sa manière par cette chimie vivante dont le secret nous échappe, il les réunit avec l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, etc. J'en conclus, et voici toute mon induction, que là est le principe de l'action décomposante qu'exerce le ferment vivant. Dans les faits que j'énumère, rien d'hypothétique, rien de donné à l'imagination. Quant à l'induction, n'est-elle pas enchaînée à ces faits?

» Veut-on traduire cette induction dans le langage nouveau de la théorie de la chaleur? on dira : L'être aérobie fait la chaleur dont il a besoin par les combustions résultant de l'absorption du gaz oxygène libre; l'être anaérobie fait la chaleur dont il a besoin en décomposant une matière dite *fermentescible* qui est de l'ordre des substances explosibles, susceptibles de dégager de la chaleur par leur décomposition. A l'état libre, l'être anaérobie est souvent si avide d'oxygène, que le simple contact de l'air le *brûle* et le détruit, et c'est dans cette affinité pour l'oxygène que doit résider, sans doute, le premier principe d'action de l'organisme microscopique sur la matière fermentescible. Avant de pouvoir donner de la chaleur par leur décomposition, il faut bien que ces matières soient provoquées à se décomposer.

» Voyons maintenant ce qu'est l'hypothèse. C'est M. Berthelot qui va nous en fournir l'exemple. Cet exemple, vous le connaissez déjà; je l'ai rappelé dans ma première réponse à M. Berthelot (séance du 30 décembre dernier). M. Berthelot n'a rien observé au sujet des anaérobies; mais, guidé par le fait de l'existence de *diastases* dans des phénomènes qui, dès le début de mes recherches, ont dû être distingués des fermentations que j'ai appelées *proprement dites*, qui sont aujourd'hui toutes les fermentations avec vie sans air, il fait les suppositions suivantes :

« 1° Dans la fermentation alcoolique il se produit peut-être un ferment alcoolique soluble.

» 2° Ce ferment soluble se consomme peut-être au fur et à mesure de sa production.

» 3° Il y a peut-être des conditions dans lesquelles ce ferment hypothétique se produirait en dose plus considérable que la quantité détruite. »

» Voilà le caractère de l'hypothèse, de l'hypothèse sans lien obligé avec les faits, de l'hypothèse revêtant toutes les formes, comparable à une cire molle dont on fait ce que l'on veut, à laquelle on ajoute ou l'on retranche à volonté, parce qu'elle n'est qu'une production de l'imagination.

» Des hypothèses comme celles-ci, ah! qu'elles donnent peu de peine, qu'elles coûtent peu d'efforts! Tous tant que nous sommes, chercheurs du vrai, et qui ne pouvons nous livrer à cette tâche ardue que par les idées d'expérimentation que nous suggère notre imagination, de telles hypothèses, pardonnez-moi la vulgarité de l'expression, nous les brassons à la pelle dans nos laboratoires, elles remplissent nos registres de projets d'expériences, elles nous invitent à la recherche, et voilà tout. Entre M. Berthelot et moi il y a cette différence, qu'à cette nature d'hypothèses jamais je ne fais voir le jour, si ce n'est lorsque j'ai reconnu qu'elles sont vraies et qu'elles permettent d'aller en avant. M. Berthelot, lui, les publie. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable* (¹); par M. F. **Tisserand**.

« Désignons par B_j le coefficient de $(\mu\nu)^j$ dans $Q_{0,0}^{(2n)}$; en tenant compte des formules (26) et (30), on trouvera aisément

$$(-1)^n B_0 = 1 - \frac{n^2}{(1)^2} + \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2} - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2} + \ldots,$$

$$(-1)^n B_1 = \frac{n^2}{(1)^2}1 - \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2}2 + \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2}3 - \ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$(-1)^n B_j = 2^j \frac{1.3.5\ldots(2j-1)}{(1.2.3\ldots j)^2}\left\{\frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{(1.2\ldots j)^2}[j(j-1)\ldots 2.1] - \frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-j^2)}{(1.2\ldots j+1)^2}[(j+1)j\ldots 2]+\ldots\right\}.$$

(¹) Voir les *Comptes rendus* de la séance du 20 janvier.

Si l'on pose

$$(32)\ f(x) = 1 - \frac{n^2}{(1)^2}x + \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2}x^2 - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2}x^3 + \ldots,$$

on pourra écrire, comme on le voit aisément,

$$(32)\quad \begin{cases} (-1)^n B_0 = f(1), \\ (-1)^n B_1 = -f'(1), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ (-1)^n B_j = (-1)^j \dfrac{1.3.5\ldots(2j-1)}{(1.2.3\ldots j)^2} 2^j f^{(j)}(1). \end{cases}$$

» De sorte que nous sommes ramenés à trouver les valeurs des dérivées des divers ordres du polynôme $f(x)$ pour $x = 1$.

» Or on a

$$(1-\zeta)^n = 1 - \frac{n}{1}\zeta + \frac{n(n-1)}{1.2}\zeta^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\zeta^3 + \ldots,$$
$$\left(1-\frac{x}{\zeta}\right)^{-n} = 1 + \frac{n}{1}\frac{x}{\zeta} + \frac{n(n+1)}{1.2}\frac{x^2}{\zeta^2} + \frac{n(n+1)(n+2)}{1.2.3}\frac{x^3}{\zeta^3} + \ldots,$$

avec la condition $\zeta > x$; on en conclut, en multipliant membre à membre, que $f(x)$ est la partie indépendante de ζ dans le développement de l'expression $(1-\zeta)^n\left(1-\frac{x}{\zeta}\right)^{-n}$; il est clair que $f^{(j)}(x)$ sera la partie indépendante de ζ dans le développement de

$$\frac{d^j}{dx^j}\left[(1-\zeta)^n\left(1-\frac{x}{\zeta}\right)^{-n}\right] = n(n+1)\ldots(n+j-1)\,\zeta^n(1-\zeta)^n(\zeta-x)^{-n-j};$$

faisons $x = 1$, il en résultera que $f^{(j)}(1)$ est le terme indépendant de ζ dans le développement de $(-1)^n\zeta^{n-j}\left(1-\frac{1}{\zeta}\right)^{-j}$, d'où

$$f^{(j)}(1) = (-1)^n n(n+1)(n+2)\ldots(n+j-1)\frac{j(j+1)\ldots(n-1)}{1.2\ldots(n-j)},$$

ce qui peut s'écrire, après une transformation facile,

$$(33)\qquad f^{(j)}(1) = (-1)^n \frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{1.2.3\ldots(j-1)}.$$

» On a ensuite

$$(34)\quad B_j = (-1)^j 2n\left[\frac{(j+1)(j+2)\ldots(2j-1)}{1.2\ldots(j-1)}\right]^2 \frac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{1.2\ldots(2j-1)}.$$

» On trouve directement

$$B_0 = 0, \quad B_1 = -2n,$$

et l'on a ainsi l'expression cherchée

$$(35)\quad Q_{0,0}^{(2n)} = 2n\mu\nu \left\{ \begin{array}{l} -1 + 9\dfrac{n^2-1^2}{1.2.3}\mu\nu - 100\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5}\mu^2\nu^2 \\ + 1225\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n^2-3^2)}{1.2.3.4.5.6.7}\mu^3\nu^3\ldots \\ + (-1)^{j-1}\left[\dfrac{(j+1)(j+2)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2 \dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2\ldots(2j+1)}(\mu\nu)^j + \ldots \end{array} \right\}.$$

» On pourra remplacer, dans cette formule, $\mu\nu$ par

$$\mu\nu = \sin^2\frac{J}{2}\cos^2\frac{J}{2} = \frac{1}{4}\sin^2 J.$$

» Voici les premières expressions de ces polynômes :

$$Q_{0,0}^{(2)} = -\frac{1}{2}\sin^2 J,$$

$$Q_{0,0}^{(4)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(\frac{9}{4}\sin^2 J - 2\right),$$

$$Q_{0,0}^{(6)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(-\frac{25}{4}\sin^4 J + 9\sin^2 J - 3\right),$$

$$Q_{0,0}^{(8)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(\frac{1225}{64}\sin^6 J - \frac{75}{2}\sin^4 J + \frac{45}{2}\sin^2 J - 4\right).$$

» V. *Recherche de* $Q_{1,1}^{(2n)}$. — Nous nous reporterons aux formules (25) et (27); dans le terme général du développement de $(2\cos\nu)^{2i}$, pour avoir le terme en $\cos x\cos y$, il faudra faire $\gamma - \alpha = 1$, $\delta - \beta = 1$; nous désignerons par

$$1.2.3\ldots 2i\,K_{2i}$$

le coefficient de $\cos x\cos y$ dans le développement $(2\cos\nu)^{2i}$; nous trouverons aisément

$$(36)\qquad K_{2i} = \sum \frac{4\mu^{2\alpha+1}\nu^{2\beta+1}}{T_\alpha T_{\alpha+1} T_\beta T_{\beta+1}} = 4\mu\nu \sum \frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{T_\alpha T_{\alpha+1} T_\beta T_{\beta+1}},$$

où le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de α

et β, satisfaisant à la condition

$$\alpha+\beta=i-1.$$

» Si l'on remarque que le terme en $\cos x \cos y$, provenant de $(2\cos\nu)^2$ et calculé directement, est $8\mu\nu\cos x\cos y$, la formule (24) donnera

$$(37)\quad (-1)^{n+1}Q_{1,1}^{(2n)}=\mu\nu n^2[1-(n^2-1^2)K_2+(n^2-1^2)(n^2-2^2)K_4 \\ -(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n^2-3^2)K_6-\ldots].$$

» Il faut trouver l'expression de K_{2i}; en partant de (36), on peut écrire

$$(1.2.3\ldots i)^2\mu\nu K_{2i}=\frac{i}{1}\mu\nu^{2i-1}+\frac{i}{1}\frac{i(i-1)}{1.2}\mu^3\nu^{2i-3} \\ +\frac{i(i-1)}{1.2}\frac{i(i-1)(i-2)}{1.2.3}\mu^5\nu^{2i-5}+\ldots,$$

et, si l'on se reporte aux formules (29), on verra que le second membre de la formule précédente n'est autre chose que la moitié du coefficient de $\cos\psi$ dans le développement de $(\mu^2+2\mu\nu\cos\psi+\nu^2)^i$ suivant les cosinus des multiples de ψ; on aura donc

$$(1.2.3\ldots i)^2\mu\nu K_{2i}=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}(\mu^2+2\mu\nu\cos\psi+\nu^2)^i\cos\psi\, d\psi,$$

ou bien

$$(1.2.3\ldots i)^2\mu\nu K_{2i}=\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-4\mu\nu\sin^2\varphi)^i\cos 2\varphi\, d\varphi;$$

en développant comme précédemment $(1-4\mu\nu\sin^2\varphi)^i$ par la formule du binôme, et effectuant les intégrations à l'aide de la formule suivante :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2m}\varphi\cos 2\varphi\, d\varphi=-\frac{m}{m+1}\,\frac{1.3.5\ldots(2m-1)}{2.4.6\ldots 2m}\,\frac{\pi}{2},$$

on arrivera à l'expression suivante :

$$K_{2i}=\frac{i}{(1.2.3\ldots i)^2}\Big[1-2\frac{i-1}{(1)^2}\mu\nu+10\frac{(i-1)(i-2)}{(1.2)^2}\mu^2\nu^2-\ldots \\ +(-1)^j 4^{j+1}\frac{i(i-1)\ldots(i-j)}{1.2\ldots(j+1)}\,\frac{j+1}{j+2}\,\frac{1.3.5\ldots(2j+1)}{2.4.6\ldots(2j+2)}(\mu\nu)^j+\ldots\Big].$$

Le terme général de cette expression peut être transformé comme il suit :

$$(38)\quad \begin{cases} K_{2i} = \dfrac{i}{(1.2.3\ldots i)^2}\Big[1 - 2\dfrac{i-1}{(1)^2}\mu\nu + 10\dfrac{(i-1)(i-2)}{(1.2)^2}\mu^2\nu^2 - \ldots \\ \qquad + (-1)^j 2(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)\dfrac{(i-1)(i-2)\ldots(i-j)}{(1.2\ldots j)^2}(\mu\nu)^j + \ldots\Big]. \end{cases}$$

» Soit C_j le coefficient de $(\mu\nu)^{j+1}$ dans $Q_{1,1}^{(2n)}$; on trouvera, en tenant compte des formules (37) et (38),

$$(-1)^{n+1}C_j = 2\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}\Big\{\frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-j^2)}{[1.2\ldots(j+1)]^2}[(j+1)j\ldots 1] \\ - \frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-\overline{j+1}^2)}{[1.2\ldots(j+2)]^2}[(j+2)(j+1)\ldots 2] + \ldots\Big\},$$

ce que l'on peut écrire, en se reportant à l'expression de $f(x)$:

$$(-1)^n C_j = 2(-1)^j\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}f^{(j+1)}(1)$$

ou bien, en tenant compte de la formule (33),

$$(39)\quad C_j = 2(-1)^j\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}\,\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2.3\ldots j},$$

et il en résulte, par une transformation facile, l'expression suivante pour $Q_{1,1}^{(2n)}$:

$$(40)\quad \begin{cases} Q_{1,1}^{(2n)} = \mu\nu n\Big\{1 - 12\dfrac{n^2-1^2}{1.2.3}\mu\nu + 150\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5}\mu^2\nu^2 - \ldots \\ \qquad + (-1)^j 2\dfrac{j+1}{j+2}\Big[\dfrac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\Big]^2\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2\ldots(2j+1)}(\mu\nu)^j + \ldots\Big\}. \end{cases}$$

» Voici les premières expressions de ce polynôme :

$$4Q_{1,1}^{(2)} = \sin^2 J,$$
$$4Q_{1,1}^{(4)} = 2\sin^2 J\left(1 - \frac{3}{2}\sin^2 J\right),$$
$$4Q_{1,1}^{(6)} = 3\sin^2 J\left(1 - 4\sin^2 J + \frac{25}{4}\sin^4 J\right),$$
$$4Q_{1,1}^{(8)} = 4\sin^2 J\left(1 - \frac{15}{2}\sin^2 J + \frac{225}{8}\sin^4 J - \frac{245}{16}\sin^6 J\right),$$

. . . . »

MÉCANIQUE. — *Sur une formule donnant approximativement le moment de torsion*. Note de M. DE SAINT-VENANT.

« 1. Dans nos Communications des 2 et 9 décembre 1878 (*Comptes rendus*, p. 849 et 893), nous avons appliqué à des prismes à base de secteurs pleins ou évidés les principes sur la torsion des pièces élastiques qui, exposés en 1847 et surtout en 1853 (*Savants étrangers*, t. XIV), puis adoptés par Cauchy en 1854 (*Comptes rendus*, 20 février, t. XXXVIII, p. 326), par M. Kirchhoff en 1859 (*Journal de Crelle*, t. VI), par Clebsch en 1862, enfin par MM. Thomson et Tait en 1867, ont été aussi confirmés par des expériences de Dulau, Savart, Wertheim.

» Si on les applique pour une torsion θ par unité de longueur d'un cylindre ayant pour section une ellipse dont les diamètres principaux sont $2b$, $2c$, on a pour le moment de torsion M_x, G représentant le *coefficient d'élasticité de glissement* supposé le même dans tous les sens transversaux,

$$(1) \qquad M_x = G\frac{\pi b^3 c^3}{b^2+c^2}\theta.$$

» D'où, si l'on appelle $\sigma = \pi bc$ la superficie de la section, et

$$I_0 = \tfrac{1}{4}(\pi bc^3 + \pi b^3 c)$$

son moment d'inertie *polaire* pris autour du centre de gravité,

$$(2) \qquad \frac{M_x}{G\theta} = \varkappa\frac{\sigma^4}{I_0}, \quad \text{où} \quad \varkappa = \frac{1}{4\pi^2} = 0{,}025330 = \frac{1}{39{,}48}.$$

» Cette formule, où le coefficient numérique que nous appelons $\varkappa$ est le même quel que soit le rapport $b:c$ des dimensions principales de l'ellipse, montre que le moment de torsion, loin d'être proportionnel au moment polaire I_0 de la section (comme le veut une théorie trompeuse, encore enseignée, basée sur la fausse supposition que les sections restent planes) est, pour même superficie de section, *en raison inverse de ce moment d'inertie*.

» En y réfléchissant, on comprend qu'il en doit être généralement ainsi, car les sections allongées qui, à égale surface, ont le plus grand moment d'inertie polaire sont aussi celles auxquelles la torsion fait prendre le plus de cette incurvation, de ce *gauchissement*, qui diminue l'inclinaison prise par les fibres sur les normales à leurs éléments, surtout aux points les plus éloignés du centre, et, par conséquent, sont celles sur lesquelles les réactions élastiques développées ont le moment total M_x le plus petit.

» 2. Or il est remarquable que la formule (2) peut être appliquée non-seulement à des sections elliptiques, mais à des sections de toute forme, *en faisant varier fort peu la fraction que nous avons appelée* x.

» Nous avons en effet trouvé, au moyen des nombres que contient la Note du n° 156 de l'édition posthume (1864) des Leçons de Navier :

» Section rectangulaire ayant des côtés $2b, 2c$:

$$\text{Pour } b = c, \quad b = 2c, \quad b = 4c, \quad b = 8c,$$
$$x = 0,0234 = \frac{1}{42,68}, \quad 0,0238 = \frac{1}{42}, \quad 0,0249 = \frac{1}{40,2}, \quad 0,0260 = \frac{1}{38,5}.$$

» Section carrée à angles arrondis en côtés légèrement concaves : $x = 0,0232$.

» Section en double spatule, du 4ᵉ degré, analogue à un rail de chemin de fer :

Épaisseur minimum $= 0,20$ et $0,14$ de la hauteur : $x = 0,0232$ et $0,0239$.

» Section en triangle isoscèle dont la base est le $0,4142$ de la hauteur : $x = 0,0234$.

» Et, d'après les résultats de la Note du 9 décembre 1878, on trouve :

» Sections en forme de secteurs de cercle [1] :

Angles au centre.... 45°, 60°, 90°, 120°, 180°,
$x = 0,0233$; $0,0230$; $0,0236$; $0,0246$; $0,0245$.

» Sections en secteurs évidés par des secteurs de rayon moitié moindre :

Angles au centre..... 60°, 120°, $x = 0,0237$ et $0,0228$.

» Mais pour des secteurs de plus de 180 degrés, c'est-à-dire à *angle rentrant*, cette sorte de loi ne s'observe plus.

» On voit donc qu'en se bornant aux sections de prismes pouvant être

---

(1) Dans ma Note du 2 décembre, j'ai parlé d'une singularité qui se rencontre quand, pour la détermination des petits déplacements longitudinaux de leurs points, on veut faire un certain usage d'une coordonnée logarithmique du système cylindrique isotherme de Lamé; et, le 9 du même mois, j'ai montré qu'elle n'offrait rien de paradoxal, mais conduisait à une sorte d'indétermination prouvant simplement que l'inconnue était mal choisie.

Un savant professeur vient de me faire apercevoir qu'une difficulté du même genre s'est présentée à M. Émile Mathieu pour un autre problème (*Physique mathématique*, Ch. III, n° 35, 1873), et que l'habile analyste l'a fait disparaître (p. 84) en remarquant que, dans le cas où elle se présente, les termes de la série Σ croissent par degrés infiniment petits, en sorte que cette série, comme dans la démonstration que Fourier a donnée de sa formule, peut être transformée en une intégrale de zéro à l'infini.

Cela ne change toujours rien à notre conclusion que, pour avoir des expressions calculables, il faut prendre, comme nous avons fait, une autre coordonnée que celle dont nous parlons.

employés, et même de prismes plats ou de rails, on ne se trompera jamais beaucoup en prenant généralement pour le moment de torsion

$$(3) \qquad M_x = \frac{1}{40}\frac{\sigma^4}{I_0}G\theta.$$

» 3. Ces résultats me paraissent propres à fixer l'attention sur la nécessité de faire subir, quant à la quote-part de la torsion, des rectifications à toutes les formules qui ont été données jusqu'ici pour déterminer les changements de forme que prend l'*axe* ou la *fibre moyenne* des pièces à simple ou à double courbure, quand elles sont soumises à des forces qui y agissent de plusieurs manières à la fois. Je commence par les miennes propres, de 1843. Sachant déjà alors que le moment de torsion M_x n'est pas égal à $GI_0\theta$ pour des sections de toute forme, mais n'en ayant pas encore déterminé les vraies valeurs, je croyais pouvoir leur attribuer, comme grande approximation, une expression dans laquelle rentre celle qu'avait trouvée Cauchy en 1829 pour les prismes à base rectangle, en se fondant sur une hypothèse abandonnée depuis, savoir : I_η et I_ζ étant les moments d'inertie *principaux* de la section parmi ceux qui sont pris autour de droites tracées sur elle par son centre de gravité,

$$M_x = G\theta\frac{4I_\eta I_\zeta}{I_\eta + I_\zeta}.$$

Or mes recherches ultérieures m'ont montré que cette expression n'est vraie que pour des sections elliptiques.

» Mais les formules de déformations dont il s'agit cessent d'être défectueuses si seulement on y met, à la place de cette expression de M_x, celle

$$(4) \qquad \varkappa\frac{\sigma^4}{I_0}G\theta,$$

ou, plus simplement, si l'on y suppose

$$(5) \qquad M_x = GJ\theta,$$

J étant une fonction des dimensions transversales qui varie avec la forme des sections, et que la théorie nouvelle apprend à déterminer.

» En conséquence, si l'on nomme :

u, v, w les projections sur les trois axes coordonnés rectangles de x, y, z du petit déplacement du point quelconque (x, y, z) de la fibre moyenne passant par les centres de gravité de toutes les sections transversales σ;

s l'arc de cette fibre, compté depuis une première extrémité;

M_s, M_η, M_ζ le moment de torsion et les *deux moments principaux de flexion*, c'est-à-dire les moments : 1° autour de l'élément ds, 2° et 3° autour des deux axes principaux d'inertie, de directions η, ζ, de la section quelconque σ, de toutes les forces qui agissent sur la pièce depuis cette section jusqu'à la deuxième extrémité;

P_s la somme des composantes des mêmes forces perpendiculairement à σ;

E le coefficient d'élasticité d'extension longitudinale;

$I_\eta = \int \zeta^2 d\sigma$, $I_\zeta = \int \eta^2 d\sigma$, η et ζ étant, sur la section, les coordonnées de son élément $d\sigma$ par rapport aux deux axes principaux η, ζ;

ces formules de 1843, qui ramènent aux quadratures la solution du problème des déplacements quand ils sont très-petits, peuvent être écrites

$$(6) \qquad \begin{cases} du = \frac{P_s}{E\sigma} dx + \mathfrak{y} dz - \mathfrak{z} dy, \\ dv = \frac{P_s}{E\sigma} dy + \mathfrak{z} dx - \mathfrak{x} dz, \\ dw = \frac{P_s}{E\sigma} dz + \mathfrak{y} dx - \mathfrak{x} dy, \end{cases}$$

où

$$(7) \qquad \begin{cases} \mathfrak{x} = \int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dx}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, x) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, x) \right] ds, \\ \mathfrak{y} = \int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dy}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, y) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, y) \right] ds, \\ \mathfrak{z} = \int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dz}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, z) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, z) \right] ds \text{ (}^1\text{)}. \end{cases}$$

» J'y suis arrivé à la suite d'une longue analyse ayant pour point de départ l'égalité nécessaire, pour l'équilibre mutuel des forces extérieures et intérieures, des trois quotients $\frac{M_s}{GJ}, \frac{M_\eta}{EI_\eta}, \frac{M_\zeta}{EI_\zeta}$, à des fonctions des petits changements ou des différentielles par δ, de l'élément d'arc ds, de la

---

(1) On suppose négligeable, comme il l'est presque toujours, l'effet de glissement latéral accompagnant les flexions inégales, et qui est dû aux efforts tranchants. En appelant P_η et P_ζ ces efforts, on en tiendrait compte en écrivant $\frac{M_\eta}{EI_\eta} - \frac{d}{ds}\gamma\frac{P_\eta}{G\sigma}$, $\frac{M_\zeta}{EI_\zeta} - \gamma'\frac{P_\zeta}{G\sigma}$ au lieu de $\frac{M_\eta}{EI_\eta}$, $\frac{M_\zeta}{EI_\zeta}$ dans ces expressions, γ et γ' étant deux nombres entre 1 et $\frac{3}{2}$ par lesquels il faut multiplier les quotients $\frac{P}{G\omega}$ pour avoir le *glissement central* ou l'inclinaison prise par l'élément du centre de la section sur la fibre moyenne, glissement toujours plus fort que le glissement moyen $\frac{P}{G\omega}$, vu que les sections s'infléchissent en doucine.

courbure désignée ordinairement par $\frac{ds}{\rho}$, et de la *cambrure* ou seconde courbure ι, de la fibre moyenne légèrement changée de forme; ce qui, en remplaçant finalement δx, δy, δz par u, v, w, donne trois équations différentielles du premier, du second et du troisième ordre en u, v, w, qui s'intègrent ou dont on tire du, dv, dw, quand on a éliminé deux de ces inconnues pour ne conserver que la troisième.

» Et j'ai fait à cette occasion la remarque que, par leur mode de composition (7), les quantités $\mathfrak{x}$, $\mathfrak{y}$, $\mathfrak{z}$ ne sont autre chose que des sommes de rotations relatives de deux sections voisines prises autour des lignes ds, η, ζ, puis décomposées autour de parallèles aux x, y, z, les rotations partielles ainsi additionnées en nombre infini étant dues aux actions des forces sur toutes les sections qui précèdent ces deux-là; de sorte que les formules qu'on vient d'écrire se trouvaient susceptibles d'une démonstration directe et simple.

» M. Bresse, en 1859 (première édition de son Cours, ou n° 46 de l'édition de 1866), a eu la même idée de déterminer les déplacements u, v, w par des sommes de translations dues, les unes aux composantes des forces, les autres à ce qui vient des rotations engendrées par leurs moments. Il a même, au lieu de nos (6) du, dv, dw, dont les u, v, w se tirent facilement, et qui donnent les déplacements relatifs des centres de deux sections infiniment voisines, cherché à exprimer directement les u, v, w, et il y est arrivé en faisant entrer dans son calcul les translations et rotations partielles des divers points (x', y', z', s') compris entre une extrémité et le point (x, y, z, s). Ses formules, telles qu'il les écrit, ne conviennent, en ce qui regarde l'effet de la torsion, qu'aux tiges à section circulaire; mais, en y remplaçant simplement par GJ ce qu'il appelle kel^2, elles deviennent applicables pour des sections de toute forme. Elles reviennent, moyennant ce changement, aux suivantes, en conformant ses notations aux nôtres, et en remplaçant le moment de flexion unique *autour d'une ligne inconnue, à déterminer préalablement*, par les deux moments composants M_η, M_ζ autour de lignes η, ζ connues sur chaque section [1]:

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} u &= \int \frac{P_s}{E_\sigma} dx + \int [B'(z-z') - C'(y-y')]\, ds'; \\ v &= \int \frac{P_s}{E_\sigma} dy + \int [C'(x-x') - A'(z-z')]\, ds'; \\ w &= \int \frac{P_s}{E_\sigma} dz + \int [A'(x-x') - B'(y-y')]\, ds', \end{aligned}\right.$$

[1] Cette décomposition, que nous avons proposée en 1843, du moment de flexion en

où A′, B′, C′ sont les trois parenthèses des formules (7) spécifiées pour chaque point intermédiaire ayant x', y', z' pour ses coordonnées et s' pour son arc. Nous n'y avons pas mis de terme hors des $\int$, relatifs à la première extrémité de la tige courbe, parce qu'on peut les regarder comme les constantes des intégrations qui doivent être effectuées jusqu'à $s' = s$ (1).

» Ces formules se transforment dans les nôtres quand on les différentie par rapport à s, ce qui élimine les variables auxiliaires x', y', z' et simplifie le plus souvent les applications.

» M. Resal, récemment, a donné aussi des formules pour les petites déformations qu'éprouve une pièce à simple ou à double courbure sous l'action de forces qui lui font subir en même temps une flexion et une torsion (*Journal des Mathématiques*, p. 307; 1878). Il les fonde, comme je l'ai fait en 1843, mais par une analyse bien plus simple, sur celles des deux courbures $\frac{ds}{\rho}$, $\frac{ds}{\tau}$, différentiées par δ, ainsi que sur les relations des moments de flexion et de torsion avec ces deux courbures, ainsi qu'avec la variation de l'angle de la direction du rayon de courbure avec l'un des deux axes principaux des sections. Ses formules, qui, d'après l'expression qu'il pose pour le moment de torsion, ne peuvent être appliquées qu'à des tiges à section circulaire, deviennent, sans autre changement, applicables pour des sections σ de forme quelconque, en remplaçant ce qu'il appelle μI_ξ, revenant à ce que nous nommons GI_0, par

$$(10) \qquad GJ \quad \text{ou} \quad \varkappa \frac{\sigma^4}{I_0} = \varkappa \frac{\sigma^4}{I_n + I_3},$$

où l'on peut, avons-nous dit, faire, avec une approximation suffisante, $\varkappa = \frac{1}{40}$ pour toute section. »

---

deux autres pris autour des deux axes principaux d'inertie des sections, a été adoptée par M. Kirchhoff, par Clebsch, par MM. Thomson et Tait, et récemment par M. Resal, comme offrant ce qu'il y a de plus clair et plus facile. Il n'y a évidemment pas lieu à la faire quand la section a ses moments d'inertie égaux autour de toute ligne passant par son centre.

(1) Nous n'y avons pas mis non plus les termes exprimant les glissements dus aux efforts tranchants et qui auraient besoin d'être corrigés comme nous avons dit.

PHYSIQUE. — *Recherches sur les rapports de l'analyse spectrale avec le spectre du Soleil;* par M. J.-N. Lockyer.

« J'ai commencé, il y a quatre ans, l'étude comparative des spectres du Soleil et des corps simples. Le dessin qui représente le spectre solaire aura plus de 100 mètres de longueur et la détermination des spectres des éléments pour la partie 3900 à 4000 (longueur d'onde) n'a pas nécessité moins de cent mille observations et le tirage de près de deux mille photographies.

» Dans la première partie de ce travail, j'ai comparé les spectres des vapeurs au spectre solaire; dans la seconde, les spectres de vapeurs entre eux; enfin, dans la dernière, j'indique quelles sont les lignes longues et courtes attribuables à chaque élément.

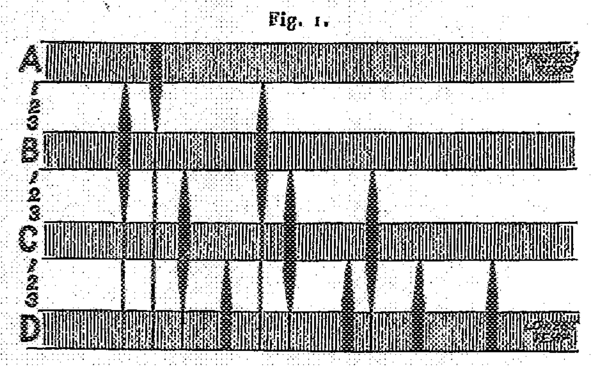
» Au début de ces expériences, j'avais pensé qu'il serait possible, par la comparaison des spectres des éléments entre eux, d'éliminer les lignes accidentelles dues aux impuretés; c'est-à-dire, par exemple, que, pour retirer du spectre du fer les lignes qui pourraient être produites par une faible quantité de manganèse, il suffirait de rechercher dans le spectre du fer les lignes du manganèse, en commençant par la plus forte, d'arrêter cette recherche à la plus faible ligne du manganèse commune et d'admettre que toutes les autres lignes de ce métal, étant moins fortes encore que la dernière considérée, sont absentes dans le spectre du fer. Mais j'ai reconnu ensuite qu'il existe de nombreuses coïncidences entre les lignes faibles, alors que les lignes les plus accentuées manquent complétement.

» Ces étranges coïncidences des lignes faibles doivent-elles être attribuées au hasard, ou n'indiquent-elles pas plutôt que ces corps, que nous avons l'habitude de considérer comme des éléments, ne sont peut-être eux-mêmes que des composés très-stables qui, incomplétement dissociés aux plus hautes températures que nous puissions produire, fournissent, sous la forme de lignes faibles, le spectre réel de leurs composants?

» Supposons qu'un corps A contienne un corps B d'abord comme impureté, ensuite comme partie intégrante de sa molécule, et voyons quelle différence il en résultera. Dans le premier cas, le spectre de B s'ajoutera au spectre de A, et ces intensités des deux spectres superposés dépendront surtout des quantités relatives de A et de B. Dans le second cas, au contraire, le spectre de B ne commencera à paraître que lorsque A se dissociera, et l'intensité de ce spectre sera d'autant plus considérable que la dissociation sera plus avan-

cée. On voit donc que, si A est un composé, son spectre variera suivant la température, et que le système tout entier de l'élimination, basé sur l'hypothèse d'un groupement moléculaire simple indécomposable, disparaît.

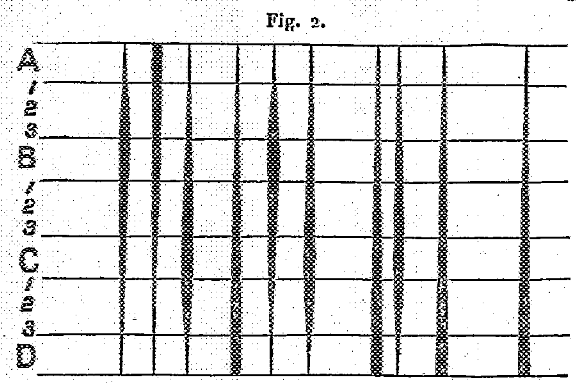
Fig. 1.



» Pour rendre plus compréhensible les effets produits par une semblable dissociation, j'ai imaginé une série de fourneaux A, B, ..., D, dans lesquels la température décroît de A à D, et j'ai supposé que A contient une substance α capable de se combiner quand la température est abaissée et de former ainsi des substances de plus en plus complexes β, γ, δ, contenues dans les fourneaux B, C, D, dont la température est convenable. Il est évident que le spectre de α sera seulement visible en A, celui de β en B et ainsi de suite; mais, si nous introduisons dans le fourneau A une petite quantité du corps doublement composé γ, nous obtiendrons, en commençant, une superposition des trois spectres de α, β et γ, dans laquelle le spectre de γ sera d'abord le plus brillant, puis celui de β, et finalement, après un temps suffisant, on apercevra seulement le spectre de α.

» Dans la réalité, bien que les fortes lignes de notre *fig.* 1 représen-

Fig. 2.



tent les spectres vrais de α, β, γ et δ, comme les phénomènes de dissociation sont loin d'être aussi tranchés que nous venons de le supposer, les lignes

fortes de chaque spectre seront représentées par des lignes faibles dans les autres, ainsi que le représente la *fig.* 2, surtout si nous supposons que la température du fourneau A est au-dessous de la température de la dissociation complète de β.

» Telle est l'explication que je crois pouvoir donner de l'existence de ces lignes faibles, que j'ai nommées *lignes basiques*.

» On objectera peut-être que les divers changements que nous observons dans les spectres des éléments ne sont pas dus à des dissociations, mais qu'ils sont causés par la nature différente des vibrations calorifiques qui servent à les produire, comme cela a lieu pour une cloche, avec laquelle on peut engendrer à volonté des notes élevées avec ou sans leur note fondamentale. Je répondrai à cet argument qu'il prouve non-seulement, par exemple, que la formation de la ligne *h* de l'hydrogène doit être attribuée au même groupe moléculaire que la ligne verte, qu'on obtient seule quand on produit le spectre de cet élément dans un tube large, au moyen d'une étincelle faible, mais qu'il prouve également que le calcium est identique avec ses sels, car nous pouvons obtenir les spectres de quelques sels de calcium aussi purs des raies du métal que le spectre de l'hydrogène peut l'être de la raie rouge. Cet argument ne peut donc être présenté par un savant qui croit à l'existence des corps composés connus, parce qu'il n'y a pas, en réalité, de différences spectrales plus considérables entre les composés du calcium et le calcium lui-même qu'entre le calcium pris à différents degrés de température.

» La *fig.* 3 représente les divers aspects que peut prendre le spectre du calcium dans la région bleue et violette :

» 1° Spectre du chlorure de calcium quand la température est basse ; ce spectre est placé à l'autre extrémité et l'on ne voit aucune ligne dans le bleu ;

» 2° Spectre du chlorure de calcium quand il est dissocié au moyen d'un faible courant induit ;

» 3° Spectre du calcium métallique dans l'arc voltaïque produit par un petit nombre d'éléments ;

» 4° Le même spectre quand on augmente le nombre des éléments.

» 5° Spectre du calcium métallique obtenu au moyen d'un courant d'induction faiblement condensé ;

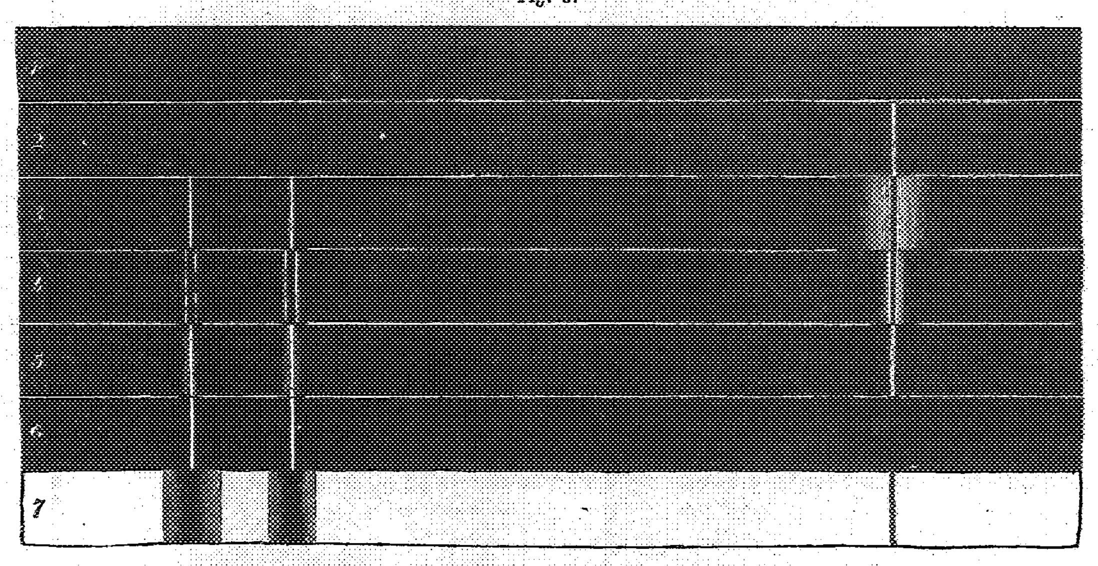
» 6° Le même, obtenu au moyen d'un fort courant et d'un puissant condensateur ;

» 7° Spectre d'absorption de la vapeur de calcium dans le Soleil.

» Il me reste maintenant à expliquer les raisons qui m'ont conduit à

admettre que les lignes des spectres des corps simples ne peuvent pas résulter des vibrations de molécules semblables. J'ai déjà émis cette idée à la Société royale et à l'Académie en 1874, et, plus récemment, j'ai montré que le groupement moléculaire du calcium, qui, sous l'influence d'un faible courant d'induction légèrement condensé, nous donne un spectre dont la raie principale est dans le bleu, paraît détruit en partie dans le Soleil et complétement sous l'influence d'une très-forte décharge, en d'autres groupes dont les lignes principales sont dans le violet.

Fig. 3.



» Malheureusement, les conditions de nos expériences de laboratoire ne nous permettent pas de séparer les éléments moléculaires d'un corps comme le calcium, et nous ne pourrons, par cette méthode, les distinguer les unes des autres, puisque nous ne pouvons faire varier leurs proportions. Cette raison m'a fait penser que l'étude des spectres des étoiles pourrait peut-être nous aider à démêler cette question. Si la température de quelques-unes de ces étoiles est suffisamment élevée pour dissocier la molécule d'un corps soi-disant simple, peut-être alors les quantités relatives des éléments pourront-elles y varier.

» J'ai été assez heureux pour voir cette opinion recevoir une confirmation dans le spectre de plusieurs étoiles. Ainsi, dans Sirius, qui est une étoile plus chaude que le Soleil, la ligne H du calcium est presque aussi épaisse que les lignes de l'hydrogène, tandis que la ligne K, qui présente ordinairement, dans le spectre solaire, la même intensité, n'a pu être retrouvée

qu'avec difficulté. Enfin, il résulte, des dernières observations que le Dr Huggins a eu l'amabilité de me communiquer avant qu'elles soient publiées, que la ligne K ne présente que la moitié de l'épaisseur de la ligne H dans α de l'Aigle et qu'elle existe encore dans α de la Lyre.

» Nous voyons donc, en récapitulant les faits qui sont relatifs au calcium, que la ligne H se distingue des autres parce qu'elle existe seule ou presque seule dans α de la Lyre et Sirius; la ligne K, parce qu'elle paraît pour ainsi dire naître dans α de l'Aigle et qu'elle est épaisse dans le Soleil; enfin que la ligne bleue, médiocrement marquée dans le spectre solaire où les deux autres sont puissantes, est la plus intense du spectre de l'arc où les autres sont faibles. A son tour, le calcium se distingue de ses composés parce que la ligne bleue qui le caractérise (*fig.* 4) n'apparaît que lorsque ceux-ci éprouvent l'action dissociante des hautes températures.

» Tous les phénomènes de variabilité et d'inversion dans l'ordre de l'intensité que présente le spectre du calcium se reproduisent dans celui de l'hydrogène. Le Dr Frankland et moi, nous avons montré, en 1869, que le spectre de l'hydrogène peut être réduit, dans certaines conditions, à la ligne F, et que la ligne violette h ne se produit qu'à une très-haute température, et nous savons aujourd'hui que cette ligne manquait dans la chromosphère pendant l'éclipse de 1875.

» Dernièrement, frappé de la coïncidence remarquable de la ligne h de l'hydrogène avec une des belles lignes de l'indium (fait déjà signalé par Thalèn), j'ai institué l'expérience suivante pour rechercher dans ce métal la présence des autres lignes de l'hydrogène. Dans un tube de verre

Fig. 4.

où circulait un courant d'air séché sur de l'acide sulfurique et du chlorure de calcium, j'ai placé, en regard, à 12 millimètres de distance, deux électrodes de platine, et, pour comparer l'éclat des lignes de l'hydrogène à celles de l'air, j'ai examiné au spectroscope l'étincelle d'induction condensée jaillissant entre les deux fragments de platine.

» Ensuite, l'une des électrodes de platine fut remplacée par une électrode semblable d'indium, mise en place par une petite secousse, et le spectre de l'étincelle, examiné de nouveau, a montré que l'éclat des lignes rouges et bleues de l'hydrogène était très-notablement augmenté.

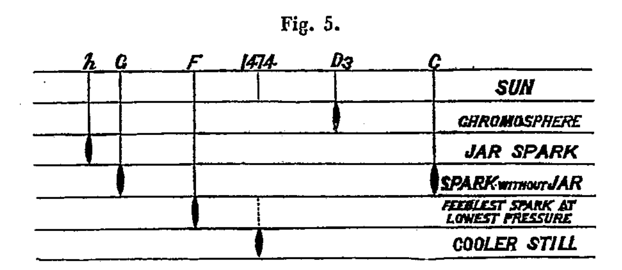
» Cette expérience m'a paru prouver que l'indium métallique contient de l'hydrogène, ou plutôt cette forme de l'hydrogène qui nous donne la raie *h* qui, immédiatement, s'associe et nous donne les raies rouge et bleue.

» Bien que je fusse satisfait de cette expérience, je priai mon ami M. Roberts, membre de la Société royale et chimiste de la Monnaie de Londres, de vouloir bien me procurer un fragment de palladium chargé d'hydrogène, qui fut conservé dans un tube scellé jusqu'au moment où je pus le soumettre à une expérience semblable à celle que j'avais tentée avec l'indium métallique. Cette expérience a été faite avec grand soin, et, malgré toutes les précautions prises pour empêcher l'échauffement des électrodes et le départ de l'hydrogène, je n'ai pas pu observer le spectre de ce gaz. L'hydrogène dans l'indium n'était pas de l'hydrogène occlus.

» Nous voyons donc, pour résumer les faits qui sont relatifs à l'hydrogène : que la ligne *h* (*fig.* 5) se fait remarquer par son isolement dans le spectre ordinaire de l'indium, son absence quelquefois dans celui des protubérances, et par ce fait qu'elle ne se produit qu'à une très-haute température; que la ligne F apparaît seule quand le spectre de l'hydrogène est produit à une température relativement basse.

» J'ajouterai maintenant que j'ai lieu de croire, ce qui fera le sujet d'un prochain Mémoire, que la ligne non renversée de la chromosphère, appelée D_3, et celle de la couronne qui correspond à la 1474e division de

Fig. 5.



l'échelle de Kirchhoff, sont produites par des formes de l'hydrogène dont l'une paraît plus simple que celle qui donne la ligne *h*, et l'autre plus complexe que celle qui fournit la raie F.

» Les faits que je viens de rapporter me paraissent former une série

continue de phénomènes qui peuvent s'expliquer aisément en admettant l'hypothèse des dissociations successives et dont mon Mémoire actuel renferme l'étude plus complète et les développements. »

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Sur l'embrayeur électrique à bord des navires.* Note de MM. **Trève** et **Achard**.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Pâris, Edm. Becquerel, Tresca.)

« Au mois de mai dernier, M. Dupuy de Lôme a bien voulu exposer à l'Académie les résultats obtenus à bord du croiseur *le Desaix,* que je commandais, par l'application d'un embrayeur électrique à la valve de sa machine.

» Par un procédé semblable, dont le succès n'est plus douteux, tout capitaine pourra manœuvrer lui-même sa machine, lui faire prendre instantanément toutes les allures, et cela d'un point quelconque du navire, *voire même de sa mâture.* On se rappelle que l'amiral Ferragut monta dans la hune de misaine pour y diriger son intrépide attaque contre *Mobile.*

» Dans cette première greffe de l'électricité aux machines marines, dont il était toutefois nécessaire de démontrer l'utilité et peut-être même de faire accepter l'idée, la marche en arrière et la remise en avant ne sont possibles qu'à coups de signaux ordinaires, puisque l'embrayeur est dépendant de la machine elle-même, et ne s'applique qu'à la valve.

» Pour obtenir tous les mouvements possibles, il est indispensable de s'adresser à la mise en train, laquelle exigerait 2 hommes, soit une force de 20 kilogrammètres au grand maximum, à bord du *Desaix,* de 450 chevaux, et exigerait à peine, à bord des plus grands cuirassés, la force de 1 cheval.

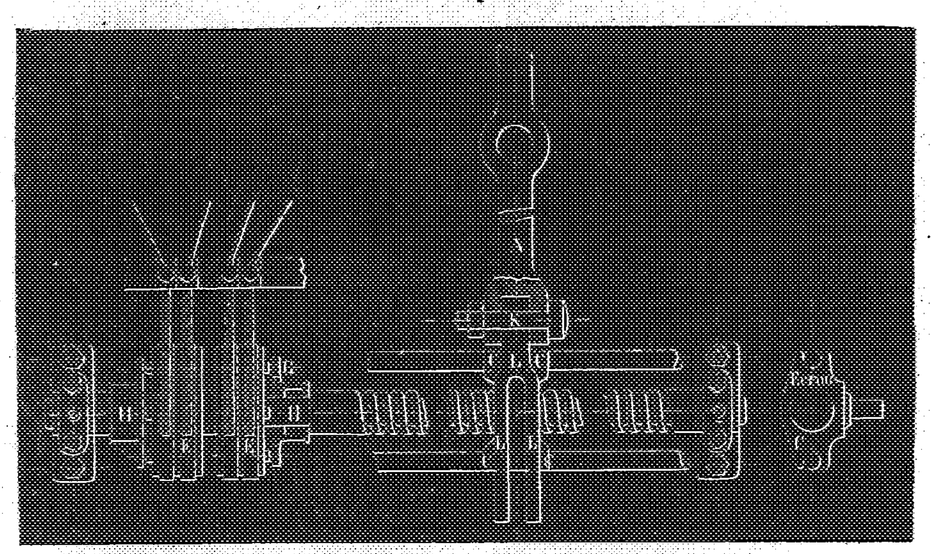
» On comprend dès lors que, si l'on interpose entre l'embrayeur et l'axe de la mise en train une petite machine rotative de $1\frac{1}{2}$ cheval ou de 1 cheval suivant le cas, qui sera indépendante de la machine du navire, on en deviendra absolument le maître, et le problème sera intégralement résolu.

» La même solution est applicable à la manœuvre des servo-moteurs destinés à actionner le gouvernail de nos plus grands navires.

» Un seul homme suffisant à leur manœuvre, la petite machine rotative serait, dans ce cas, un véritable jouet.

» M. l'ingénieur Achard et moi pensons que la manœuvre, par l'embrayage électrique, des machines marines, comme celle des gouvernails de nos plus forts cuirassés, est désormais possible, *sans aucune complication et à très-peu de frais*. Le plan que nous donnons ici, avec sa légende, d'un appareil pouvant même au besoin se substituer aux servo-moteurs actuels, prouve surabondamment que cette assertion repose sur des données absolument certaines.

Vue en plan.



» B, vis sans fin commandant la barre.

» A, barre du gouvernail.

» C, écrou de barre lui permettant de glisser sans tourner tout le long de la vis B.

» E, E', électro-aimants à quatre pôles, clavetés librement sur l'arbre de la vis.

» G, G', armatures circulaires faisant corps avec les poulies folles.

» H, H', poulies folles.

» L'adhérence magnétique sera de 350 kilogrammes au moins, d'où une résistance au glissement de 100 à 150 kilogrammes environ, chiffres déduits des résultats obtenus par le frein de chemin de fer. La poulie tournant à la vitesse de 100 à 150 tours transmet la même vitesse à l'arbre de la vis. La circonférence des centres d'action des pôles des électro-aimants a une longueur de 1 mètre; le pas de la vis est de 5 centimètres. C'est un rapport de 1 à 20. Par suite, la vis transmet à la barre un effort de translation de 100 ou 150 kilogrammes multipliés par 20, soit 2000 ou 3000 kilogrammes.

» Chaque tour de poulie fait avancer l'écrou ou la barre de la longueur du pas de vis, soit $0^{m},05$. Pour 100 tours, c'est 5 mètres; pour 150 tours, c'est $7^{m},50$ que peut parcourir la barre.

» K, articulation permettant de renverser l'extrémité à fourche L et de la dégager de l'écrou C. La barre devient indépendante de la vis sans fin. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de la banane et sur des essais d'utilisation de ce fruit.* Note de MM. V. Marcano et A. Muntz.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

« Le fruit du bananier est un des produits alimentaires les plus répandus dans les régions équatoriales; pour donner une idée de son importance, nous empruntons quelques lignes à l'*Economie rurale* de M. Boussingault [1] :

« La banane forme la nourriture habituelle des habitants des régions chaudes; entre les tropiques, sa culture est tout aussi importante que l'est celle des graminées et des tubercules farineux dans la zone tempérée. »

» Ce fruit avait particulièrement fixé l'attention de de Humboldt; M. Boussingault a étudié sa composition chimique, l'importance de sa culture, les conditions de son développement, les diverses formes sous lesquelles il est employé.

» L'un de nous a pu se rendre compte de la production de ce fruit dans le Vénézuéla et suivre le développement qu'elle a pris dans ce pays depuis ces dernières années. En effet, le bananier, outre sa propagation naturelle dans de vastes terrains, et la culture dont il est l'objet pour la production du fruit, a trouvé récemment un nouvel emploi. M. Boussingault avait déjà insisté sur la faculté qu'avait ce végétal de maintenir le sol humide autour de lui, dans un pays où, pendant des mois entiers, il ne tombe pas une seule goutte de pluie [2]. Cette propriété est mise à profit pour donner de l'ombre et de la fraîcheur au caféier, dont la culture a pris un grand essor. La production du café dans le Vénézuéla a été, en effet, de plus de 38 millions de kilogrammes en 1876, d'après les statistiques officielles.

» Le bananier tend donc à se répandre de plus en plus, et la population du Vénézuéla ne peut consommer qu'une faible partie du fruit qui se forme; aussi a-t-on pensé à en tirer des produits pouvant être exportés. L'Exposition universelle nous a montré quelques essais faits dans cette direction, entre autres de la farine de bananes, produit de la dessiccation

(1) Tome I, p. 484.
(2) *Ibid.*, t. I, p. 487.

et de la pulvérisation du fruit cueilli avant la maturité, et de l'eau-de-vie de bananes, obtenue en distillant le fruit mûr après qu'il a subi la fermentation alcoolique.

» La farine figurant dans l'exposition du Vénézuéla est grise, assez mal pulvérisée; par le tamisage on peut en extraire de l'amidon assez pur. L'analyse nous a donné pour sa composition :

Amidon	66,1
Matières grasses	0,5
Cellulose	1,6
Pectine	1,4
Sucre de canne	0,6
Sucre interverti	0,4
Matières azotées	2,9
Acides organiques, tannin / Extractif non azoté } par différence	9,4
Matières minérales	2,2
Eau	14,9
	100,0

» Cette farine paraît se conserver sans altération; dans le Vénézuéla, on en fait une sorte de pain, en la pétrissant avec de l'eau et en faisant cuire la pâte sur des plaques chauffées. Il est à remarquer que ce produit constitue un aliment essentiellement féculent; il serait difficile d'en trouver un dans lequel le rapport de la matière azotée à la fécule fût aussi faible : il a donc besoin d'être complété par une nourriture animale.

» L'alcool de bananes, dès la première distillation, a une odeur et un goût agréables, rappelant la banane; il marque 52 degrés à l'alcoomètre centésimal. Le fruit qui arrive à Paris, en régimes, parfaitement mûr et dans un bon état de conservation, subit la fermentation alcoolique lorsqu'on l'abandonne à lui-même. Nous donnons l'analyse d'un fruit appartenant à la variété du *Musa paradisica* et très-généralement répandu dans le Vénézuéla.

100 parties de fruit étaient formées de { cosse.... 40. / pulpe.... 60.

» La cosse contenait pour 100 : 14,7 de matière sèche, dont 1,6 de sucre interverti.

» 100 parties de pulpe renfermaient :

Sucre de canne		8,5
Sucre interverti		6,4
Amidon		3,3
Matières grasses		0,3
Cellulose		0,2
Pectine		0,6
Matières azotées		1,6
Matières minérales		1,1
Eau		73,8
Acides organiques, tannin / Extractif non azoté	par différence	4,2
		100,0

» Les résultats de cette analyse ne diffèrent pas sensiblement, sinon par la proportion bien plus faible de matières azotées, de ceux qu'avait obtenus M. Corenwinder [1] avec des bananes rapportées du Brésil.

» Un fruit à maturité moins complète contenait pour 100 :

Sucre de canne	10,0
Sucre interverti	3,6

» On voit que la proportion de matière sucrée est considérable dans le fruit mûr, et, l'extraction du sucre de canne ne paraissant pas devoir réussir, on comprend que l'on ait tenté d'utiliser cette richesse saccharine pour la production de l'alcool.

» Il convient d'ajouter que le prix de la banane sur les lieux de production, estimé par M. Boussingault, à l'époque de ses voyages, à 1 franc les 100 kilogrammes, pouvant donner environ 9 litres d'alcool à 96 degrés, se réduirait aujourd'hui aux frais de cueillette, au moins dans une foule d'endroits. L'eau-de-vie de banane pourrait donc être appelée à jouer un rôle comparable à celui de l'alcool de la canne à sucre. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'application de sa théorie atomique à divers minéraux.* Note de M. **M.-A. Gaudin**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Pour achever la configuration de la molécule d'harmotome, j'ai ima-

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 781.

giné de représenter son développement par une composition typographique, dans laquelle les lettres représentent les atomes comme dans le premier cliché.

» En faisant abstraction des 4 molécules d'eau en saillie, le solide se réduit à un massif carré ayant sur chaque face 7 files d'atomes, soit 49 pour son ensemble.

» On remarquera que les molécules d'eau et de silice, numérotées chacune, sont intercalées régulièrement d'un bout à l'autre.

» Le ruban en question, qui est divisé en deux parties, faute de largeur suffisante de la page, ne forme qu'un seul tout, continu, en supposant que l'on place par la pensée la deuxième partie à la suite de la première, comme l'indiquent les numéros d'ordre ; et alors, si l'on ploie ce ruban à angle droit aux places 7, 13, 19, 24, 29, 33, 37, 40, 43, 45, 47 et 48, on formera de ces 49 éléments linéaires, comprenant 179 atomes et montrant à première vue leur parfaite symétrie, le groupe complet représenté par le cliché placé en tête de ma première Communication.

» M. Dumas m'a appris récemment que M. Des Cloizeaux a changé la forme primitive de l'harmotome, qu'il fait maintenant dériver d'un prisme rhomboïdal de 109°46′, incliné sur la petite diagonale de 34°50′.

» Le prisme de 124°47′ a été justifié, comme celui de 94°16′ de la stilbite, par le massif quadrangulaire à 53 éléments linéaires ; ce sont deux cas dérivant du contour de cette forme, et il peut exister un troisième cas donnant le prisme oblique de 109 degrés. Ce sera chose à examiner ; mais ces considérations ne sauraient influer sur l'arrangement des atomes dans ce groupe qui représente un *état immuable*, sauf la transposition des quatre grands axes, qui offre un cas d'isomérie.

» Je vais donc étudier la formation d'après des données mathématiques d'un prisme de 109 degrés, avec son obliquité si accentuée, qui me paraît quant à présent peu justifiable.

» ... Je suis arrivé à conclure que la molécule d'albite, comme celle de tous les autres feldspaths, comprend quatre grands axes d'aluminate, formant un système triangulaire équilatéral centré, comme l'oligoclase figurée dans mon livre, l'albite ayant en dehors 6 molécules de silice, ce qui donne à ce groupe 100 atomes au lieu de 25 que renferme l'orthose.

» D'après cela, tous les autres feldspaths ont aussi quatre grands axes ; seulement il en existe avec quatre prismes triangulaires équilatéraux bipyramidés, ou avec trois prismes triangulaires associés à un prisme hexagonal régulier occupant le centre, etc.

» Pour tous ces corps, qui ont un air de parenté frappant, et qui forment dans le fait une véritable famille minérale, la cristallisation est indépendante du cortége de molécules de silice intercalées dans les intervalles des prismes bi-pyramidés à trois ou à six faces.

» L'étude de la génération des rhomboèdres m'a mené aussi à des conséquences de la plus haute importance, telles que la détermination de la valeur de la distance d'atome dans le sens vertical; je crois même qu'elle m'a déjà conduit à la découverte de la composition et de la forme moléculaire atomique de la tourmaline, que je croyais ne pouvoir jamais atteindre. Bien que son rhomboèdre soit des plus obtus, 133 degrés, il serait formé par la molécule ayant l'axe central le plus long, 8 distances d'atome, si, d'après M. Rammelsberg, on doit y admettre 2 atomes de fluor. Elle serait alors formée de 2 atomes de fluor + 1 molécule de borate de monoxyde + 9 molécules de silice et 6 molécules de sesquioxydes (alumine ou fer), formant ensemble, au centre, un prisme hexaédrique bi-pyramidé, borate de monoxyde entouré de 6 molécules de silice, figurant l'orthose, où le bore remplacerait l'aluminium, + 3 doubles pyramides obtuses et 3 doubles pyramides aiguës alternant à l'entour de la pièce centrale, rendue plus aiguë par la présence à l'extrémité de 2 atomes de fluor [1].

» ... Malgré le peu d'espoir que j'avais d'obtenir une obliquité de 34 degrés, ne voyant à première vue qu'un déplacement possible de 4 distances d'atome (séparation des grands axes) sur 7 de hauteur, ne donnant que 30 degrés, j'ai voulu voir d'abord si je pourrais obtenir le rhombe de 109 degrés.

» En plaçant les pointements dans la petite diagonale, à 2 distances d'atome, et observant pour les molécules de la grande diagonale la disposition si remarquable représentée dans la stilbite, on arrive, pour le rapport des diagonales, au nombre $\frac{7}{5} = 1,4$ au lieu de $\sqrt{3}$, qui donnait 30 degrés.

---

[1] Les figures concernant la topaze sont prêtes; comme il existe au moins 200 minéraux parfaitement cristallisés, à angles définis, dont on ne connaît pas encore la formule, je vais construire en perles et représenter par des dessins la forme cristalline calculée de vingt-cinq des corps les plus remarquables, à différents titres, et que je connais à fond, pour soumettre le tout au jugement de l'Académie.

Ces corps seront l'alumine, le cristal de roche, l'arragonite, la dolomie, le rutile, l'anatase, les tungstates, les feldspaths en prisme doublement oblique, le disthène, la cordiérite, la humboldtilite, la catapléite, la davyne, la pennine, la dioptase, la chabasie, la christianite, la laumonite, la faugasite et la tourmaline.

» Ce rapport correspond à un angle de 54° 28', dont le double est 108° 56', au lieu de 109° 46' de M. Des Cloizeaux; son complément 34° 32' correspond à l'obliquité cherchée, qui se trouve réalisée en plaçant une molécule à cheval sur les deux de la petite diagonale, son centre à l'aplomb du centre du rhombe de 109 degrés, et à une hauteur 7 (6 réseaux + 1), comme d'habitude. Il en résulte $ph = 124° 32'$ au lieu de 124° 50' de M. Des Cloizeaux, et *mm* est donné par la formule tang 54° 28' divisée par sin 54° 28', deux logarithmes qui sont à côté l'un de l'autre :

$$\begin{array}{r} 0,146198 \\ -9,910506 \\ \hline 0,235692 \end{array} = 59°50',$$

dont le double est 119° 40', au lieu de 120° 1' de M. Des Cloizeaux.

» Il résulte en outre de cette construction que les arêtes, dans le plan de la petite diagonale, font des angles de 69° 4' et 110° 56', correspondant à ceux des macles, tandis que les arêtes dans le plan de la grande diagonale sont rigoureusement à angle droit, comme le centre des 4 molécules placées dans ce même plan; toutes circonstances propres à nous éclairer sur la génération des macles si remarquables particulières à l'harmotome.

```
1     2     3     4     5     6     7     8     9     10    11    12    13
                                    .                 .           .     .
H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H
O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O  S  O
H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H  O  H

   1     2     3     4     5     6     7     8     9     10 .  11    12
   O     14    O     15    O     16    O     17    18    19    20    O
   A     .     A     .     A     .     A  .        .     .     .  .  A
O  O  O  H  O  O  O  H  O  O  O  H  O  O  O  H  O  H  O  H  O  H  O  O
S  B  S  O  S  B  S  O  S  B  S  O  S  B  S  O  S  O  S  O  S  O  S  KN
O  O  O  H  O  O  O  H  O  O  O  H  O  O  O  H  O  H  O  H  O  H  O  O
   A           A           A           A                             A
13 O  14    15 O  16    17 O  18    19 O  20    21    22    23    24 O »
```

M. C. Nicolle, M. J. Durot, M. Peyrat, adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

M. E. Laguerre demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine informe l'Académie que la boussole de M. *Wharton* va être soumise à des essais à la mer, sur un bâtiment destiné à un voyage de circumnavigation.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Atlas de la production de la richesse », par M. *Menier;*

2° Une brochure de M. *Ch. Vélain*, intitulée : « Étude microscopique des verres résultant de la fusion des cendres de graminées ». (Extrait du *Bulletin de la Société minéralogique de France*, 1878.)

ASTRONOMIE. — *Sur les diamètres du Soleil et de Mercure, déduits du passage du* 6 *mai* 1878. Note de M. Cruls, astronome à l'observatoire de Rio-Janeiro, transmise par S. M. l'Empereur dom Pedro d'Alcantara.

« Le mouvement relatif en Æ des deux astres, ou, en d'autres termes, la différence de leurs Æ à partir de l'instant de la conjonction, est représentée par la formule

$$\Delta Æ = 224'',20t + 0'',01786t^2 - 0'',00166t^3,$$

dans laquelle t représente l'intervalle, exprimé en heures, compris entre l'instant considéré, avant ou après la conjonction, et l'instant de cette dernière. La différence des déclinaisons des mêmes astres est donnée par la formule

$$\Delta D = 5'26'',963 - 109'',9633t - 0'',00619t^2 + 0'',00033t^3.$$

» Appliquant ces formules aux positions déduites des observations des distances des centres obtenues par la méthode de M. Emm. Liais, et dont j'ai indiqué les principes dans les *Comptes rendus* du 16 septembre dernier [1], on obtient pour les distances des centres, aux moments des contacts externe et interne observés à Rio, R et r désignant les demi-diamètres du Soleil et de la planète :

Premier contact externe.................	$(R+r) = 15'.56'',374$
Premier contact interne.................	$(R-r) = 15.45,596$

ce qui fournit pour R et r les valeurs

$$R = 950'',985 \quad \text{et} \quad 2r = 10'',778,$$

lesquelles, ramenées à la distance moyenne, deviennent

$$R = 959'',982 = 15'59'',982 \quad \text{et} \quad r = 3'',009 \quad \text{ou} \quad 2r = 6'',018.$$

» Cette valeur du demi-diamètre solaire ne diffère du nombre $16'0'',0$, admis comme excessivement rapproché par l'illustre Le Verrier, d'après tout l'ensemble des passages observés jusqu'ici, que de $\frac{18}{1000}$ de seconde d'arc, ce qui montre, d'une part, combien était exacte la valeur admise par Le Verrier, et, d'autre part, que le plus parfait accord règne entre les observations des contacts faites à Rio et les mesures des distances des centres.

» Le diamètre de la planète déduit des entrées a toujours, comme on le sait, été trouvé plus petit que les diamètres mesurés pendant le passage à l'aide d'héliomètres ou de micromètres à double image. C'est encore ce

---

(1) Il est bon de mentionner ici une très petite correction à appliquer aux nombres publiés, à la page 429, dans les *Comptes rendus* du 16 septembre 1878, quoiqu'elle ne porte que sur des fractions de seconde. Elle a été signalée par une révision soignée que j'ai faite des calculs et des relevés des feuilles chronographiques dont je n'avais vérifié que les secondes, sans revoir les fractions, afin de pouvoir donner plus rapidement le résultat à S. M. l'Empereur. Il s'était glissé quelques erreurs qui, vu leur petitesse, n'étaient pas signalées par l'accord frappant des observations, accord que cette légère rectification rend encore plus parfait. Les nombres à substituer à ceux de la page 429 sont :

	T. M. de Rio.	Temps.	Arc.
1re série.....	$2^h.34^m.1^s,83$	$Æ☿ - Æ⊙ = +13^s,981$	$D☿ - D⊙ = +7'.9'',815$
2e série.....	4.16.30,73	$Æ☿ - Æ⊙ = -11,559$	$D☿ - D⊙ = +4.1,920$
Différences.	1.42.28,90	25,540	3.7,895

qui a lieu dans le cas présent, puisque, à Washington, M. Todd a trouvé 11″,84 par le micromètre à double image (*voir* le n° 2208 des *Astronomische Nachrichten*), au lieu de 10″,78, fourni par nos observations de l'entrée.

» Dans les entrées, le premier contact externe ne peut évidemment être perçu qu'après que le bord solaire a été attaqué d'une manière appréciable; mais le contact interne subit aussi un retard, provenant de ce que le filet du bord extrême solaire, beaucoup moins intense que le reste de la photosphère, doit également avoir une largeur appréciable pour être aperçu. Si les deux retards étaient égaux, le diamètre fourni par les contacts de l'entrée serait donc exact; mais on suppose généralement le premier retard plus grand que le second, quoique, reposant l'un et l'autre sur l'angle minimum de visibilité, il y ait lieu de les supposer égaux. Dans les mesures héliométriques ou par les micromètres à double image, il tend à se produire une erreur de sens contraire, qui augmente le diamètre, car deux cercles noirs en contact géométrique, vus à petite distance, se confondent au point de contact, et il faut entre eux un léger filet lumineux, se rapprochant en largeur des limites minima de la visibilité, pour qu'ils soient perçus comme deux cercles distincts en contact géométrique. Donc, en général, les mesures héliométriques doivent être trop grandes.

» Pour contrôler le diamètre de Mercure déduit de l'entrée, j'ai pu utiliser les observations de contacts extérieurs et intérieurs de Mercure avec les cercles tracés concentriquement sur l'écran et que la planète coupait par les bords, et, quoique l'espace me manque pour donner ici les formules, il est aisé de voir que les intervalles entre deux contacts successifs vont en croissant à mesure que la planète coupe les cercles par des cordes plus petites, et que l'on a là une amplification de durée dont il est possible de déduire les diamètres avec précision. En effectuant les calculs, j'ai trouvé :

Pour la moyenne des observations de la 1re série......	$2r = 10'',35$
» » 2e série.......	$2r = 11,14$
Moyenne....	10,74

ce qui diffère peu du diamètre déduit de nos observations de l'entrée et paraît indiquer que les contacts ont été observés avec des retards égaux, et qu'en conséquence nos observations des contacts donnent le diamètre de Mercure d'une manière aussi exacte qu'on pouvait l'espérer. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Hydro-électricité et Hydromagnétisme; résultats analytiques.* Note de M. **Bjerknes**, présentée par M. Hermite.

« En décrivant, en quelques Notes adressées à l'Académie dans l'année 1877, les *forces apparentes qui naissent lorsque des corps sphériques enfermés dans un fluide incompressible effectuent des vibrations isochrones,* j'ai dit, dans ma Communication du 11 juin, que des *sphères pulsantes peuvent être comparées à des pôles magnétiques*, des *sphères oscillantes à des aimants.* Les dernières sont censées être orientées du sud au nord, suivant les directions instantanées de leurs oscillations; en même temps, les premières doivent être conçues comme des pôles du nord si les volumes augmentent, comme des pôles du sud s'ils diminuent. Mais, dans tous les cas, il faut *supposer que les pôles du même nom s'attirent et que ceux du nom opposé se repoussent.* Pour n'être pas entraîné trop loin, j'admets, de plus, que les directions des vitesses vibratoires changeront simultanément pour les deux corps, ce qui produirait le même effet que s'il n'y avait eu aucun changement.

» A côté de ces forces, il y en a d'autres, très-prononcées, qui produisent de nouvelles vibrations; mais, leurs valeurs moyennes, pendant le cours d'une période, étant nulles, je les mettrai ici hors de considération. Les forces appartenant aux trois premiers degrés, le deuxième, le troisième et le quatrième, seront aussi négligées, puisqu'elles sont ordinairement très-faibles : ce sont celles qui dépendent des mouvements progressifs continuant dans le même sens; aussi les vitesses de ces derniers doivent être petites par rapport à celles des mouvements vibratoires. Enfin on a des forces apparentes secondaires, qui sont exclues ici, puisqu'elles sont de degrés plus élevés que le quatrième; mais ces forces, ordinairement très-voisines d'un caractère attractif, peuvent bien être perturbantes, si l'on n'a pas le soin de produire des vibrations régulières et à peu près de la même intensité; car les forces principales ne dépendent que des produits des vitesses vibratoires, tandis que les forces secondaires dépendront aussi de leurs carrés.

» Si les restrictions à faire sont telles, les phénomènes restants, provenant des vibrations simultanées, peuvent être désignés comme un *magnétisme inverse.* On pourrait même dire qu'on aurait une *triple* série de tels phénomènes, constituant chacune une sorte de magnétisme *complet;* car non-seulement on produira les mêmes déplacements, d'une manière inverse, suivant la ligne centrale et normalement à cette droite, mais on

peut même forcer une sphère oscillante à tourner inversement autour de son centre d'oscillation, comme un aimant autour de son centre de gravité. Ainsi, on aura trois fois tous les phénomènes magnétiques modifiés comme il est indiqué, en faisant agir, de toutes les manières possibles, une sphère oscillante vers une autre qui oscille, ou une sphère oscillante vers un couple de sphères effectuant des pulsations opposées et liées invariablement, ou enfin tel couple vers un autre de la même espèce.

» Si au lieu de réunir les sphères pulsantes, deux à deux, pour en faire une sorte d'aimants artificiels, on préférait les considérer isolément dans leurs actions, on peut se figurer aussi la *sphère pulsante* comme un *corps électrique;* ce n'est alors que la *sphère oscillante* qui représentera un *aimant*. On aura ainsi une *électricité,* un *électromagnétisme* et un *magnétisme inverse;* toutefois, il faut remarquer que le second phénomène, tant qu'il s'agit, comme ici, d'une comparaison avec l'électricité statique, n'est pas connu dans la nature.

» A côté de cela, ces phénomènes *hydro-électriques* et *hydromagnétiques,* ainsi qu'on pourrait les appeler, étant opposés à ceux de l'électricité et du magnétisme naturel, on aura encore une autre différence remarquable, mais qui ne se montre pas, à moins qu'on ne généralise en prenant des différences quelconques entre les phases. Il paraîtra alors une certaine correspondance dans les phénomènes, qu'on retrouvera peut-être, d'une manière analogue, dans les actions des forces chimiques, mais non pas, à ce qu'on sait encore, dans celles des forces électriques ou magnétiques. Ainsi, deux sphères pulsantes, A et B, si la différence de leurs phases est égale à un quart de période, seront neutres entre elles; donc, en les comparant avec des corps électriques, il faudrait dire qu'il n'y avait pas d'électricité libre. Or, en introduisant une troisième sphère pulsante A', il en pourrait résulter néanmoins des actions, comme si une telle électricité existait : si les vibrations de A' étaient, par exemple, concordantes avec celles de A, les deux sphères s'attireraient.

» Je m'expliquerai ailleurs avec beaucoup plus de développements sur la nature de ces forces apparentes et je donnerai de nouveaux renseignements, qui seront utiles et, je crois, même nécessaires pour trancher la question importante qui s'élève : s'il est possible, en considérant pour ainsi dire des systèmes partiels immergés dans un grand système de corps vibrants, d'arriver à une inversion, de sorte que ces systèmes partiels, conçus comme seuls existants, se comportent directement comme des éléments électriques ou magnétiques.

» Ce que je vien d'exposer peut être tiré sans beaucoup de peine de

mes formules publiées en 1875 dans le recueil de la Société des Sciences de Christiania, et reproduites en 1876 dans le *Repertorium der Mathematik von Königsberger et Zeuner*, p. 268-276. Voir aussi un premier article dans les *Göttinger Nachrichten* pour la même année, p. 245-288, où ces mêmes formules, quoique sous une forme moins développée, ont été déduites comme des conséquences de la solution approximative, mais d'ailleurs complétement rationnelle, d'un problème d'Hydrodynamique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement en série.* Note de M. E. **Picard**.

« Considérons les équations

$$x = f(\lambda, \theta),$$
$$y = f_1(\lambda, \theta).$$

» En donnant à λ une valeur constante et faisant varier θ, on obtiendra une courbe. Nous supposerons que la courbe ainsi obtenue est fermée et que le paramètre θ est un angle qu'il suffira de faire varier de zéro à 2π pour obtenir tous les points de la courbe. De plus, les courbes $\lambda =$ const. et $\theta =$ const. sont orthogonales, et le quotient $\frac{\partial f}{\partial \lambda} : \frac{\partial f_1}{\partial \theta}$ est simplement une fonction de λ, que nous désignerons par $F(\lambda)$, c'est-à-dire que les courbes $\lambda =$ const. et $\theta =$ const. forment un système orthogonal et isotherme.

» Admettons qu'en faisant varier le paramètre λ de λ_1 à λ_2 on obtienne une série de courbes fermées ne se coupant pas, et que $F(\lambda)$ n'ait aucun point singulier dans l'intervalle compris entre λ_1 et λ_2.

» Soit une fonction $\varphi(z)$ de la variable imaginaire z, uniforme et continue dans l'intervalle compris entre les deux courbes correspondant aux valeurs λ_1 et λ_2 du paramètre λ. Posons

$$\varphi(z) = U(x, y) + iV(x, y).$$

Les valeurs de U et de V sur une courbe correspondant à la valeur λ seront des fonctions de l'angle θ, et l'on peut écrire

$$U(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (a_n \cos n\theta + a'_n \sin n\theta),$$
$$V(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (b_n \cos n\theta + b'_n \sin n\theta),$$

a_n, a'_n, b_n et b'_n étant des fonctions de λ.

» Les relations existant entre U et V nous donnent de suite

$$\frac{da_n}{d\lambda} = nb'_n\mathrm{F}(\lambda), \quad \frac{da'_n}{d\lambda} = nb_n\mathrm{F}(\lambda),$$
$$\frac{db_n}{d\lambda} = -na'_n\mathrm{F}(\lambda), \quad \frac{db'_n}{d\lambda} = na_n\mathrm{F}(\lambda),$$

équations qui donnent les valeurs de a_n, b_n, a'_n et b'_n. .

» Il vient alors

$$\mathrm{U}(x,y) = \sum_{n=0}^{n=\infty}(c_{-n}\cos n\theta + c'_{-n}\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^{-n} + (c_n\cos n\theta + c'_n\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^n,$$
$$\mathrm{V}(x,y) = \sum_{n=0}^{n=\infty}(c'_{-n}\cos n\theta - c_{-n}\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^{-n} + (-c'_n\cos n\theta + c_n\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^n,$$

en posant $\mathrm{R}(\lambda) = e^{\int_{\lambda_1}^{\lambda}\mathrm{F}(\lambda)d\lambda}$; c_n, c'_n, c_{-n} et c'_{-n} sont des constantes.

» Nous ajouterons l'hypothèse suivante à celles qui ont été faites plus haut : la fonction $\mathrm{R}(\lambda)$ varie toujours dans le même sens quand λ va de λ_1 à λ_2.

» On a enfin, pour $\varphi(z)$,

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty}\mathrm{A}_n(\cos n\theta + i\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^n + \mathrm{A}_{-n}(\cos n\theta - i\sin n\theta)\mathrm{R}(\lambda)^{-n},$$

A_n et A_{-n} étant des constantes.

» La fonction $\mathrm{R}(\lambda)(\cos\theta + i\sin\theta)$ est une fonction uniforme et continue de z dans l'intervalle considéré; nous voyons donc que toute fonction de z uniforme et continue dans cet intervalle est développable en une série procédant suivant les puissances de $\mathrm{R}(\lambda)(\cos\theta + i\sin\theta)$.

» L'analyse précédente n'est qu'une généralisation fort simple de celle qui a été employée par M. Bonnet, dans son Mémoire sur la théorie générale des séries, pour démontrer les théorèmes de Cauchy et de Laurent.

» Appliquons les considérations précédentes au cas où les courbes sont un système d'ellipses homofocales. Nous prendrons alors les équations

$$x = \lambda\cos\theta, \quad y = \sqrt{\lambda^2 - c^2}\sin\theta.$$

Pour toute fonction $\varphi(z)$ uniforme et continue entre deux de ces ellipses nous aurons

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty}\mathrm{A}_n(\cos n\theta + i\sin n\theta)(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2})^n \\ + \mathrm{A}_{-n}(\cos n\theta - i\sin n\theta)(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2})^{-n}. \end{aligned} \right.$$

Nous supposerons le radical pris avec le signe +; par suite,

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \mathrm{A}_n(z + \sqrt{z^2 - c^2})^n + \mathrm{A}_{-n}(z + \sqrt{z^2 - c^2})^{-n},$$

la détermination du radical étant choisie de telle manière que le module de $z + \sqrt{z^2 - c^2}$ soit supérieur à c.

» Dans le cas où la fonction $\varphi(z)$ est holomorphe à l'intérieur d'une des ellipses, on reconnaît sans peine que $\mathrm{A}_{-n} = \mathrm{A}_n c^{2n}$, et l'on a alors

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \mathrm{A}_n\left[(z + \sqrt{z^2 - c^2})^n + (z - \sqrt{z^2 - c^2})^n\right].$$

» Les termes de la série sont, dans ce cas, des polynômes en z.

» Considérons d'une manière plus générale les équations

$$x = \sum_{k=0}^{k=m} \alpha_{2k+1} \cos(2k+1)\theta\left[(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2})^{2k+1} + (\lambda - \sqrt{\lambda^2 - c^2})^{2k+1}\right],$$

$$y = \sum_{k=0}^{k=m} \alpha_{2k+1} \sin(2k+1)\theta\left[(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2})^{2k+1} - (\lambda - \sqrt{\lambda^2 - c^2})^{2k+1}\right].$$

» Pour $\lambda = c$, la courbe se réduit à un segment de droite sur l'axe des x, et supposons, ce qui est possible, les coefficients tellement choisis que, λ variant de c à une certaine valeur λ_1, on obtienne une série de courbes ne se coupant pas. Pour toute fonction uniforme et continue entre deux de ces courbes, on aura le développement (1). Dans le cas où la fonction est holomorphe à l'intérieur d'une de ces courbes, on a, comme précédemment, $\mathrm{A}_{-n} = \mathrm{A}_n c^{2n}$, et, en groupant les termes deux à deux, on obtient le développement de la fonction en une série de termes qui sont des fonctions algébriques de z. Les points critiques de ces fonctions algébriques sont situés en dehors du contour. »

SPECTROSCOPIE. — *Déplacement de raies spectrales, dû au mouvement de rotation du Soleil.* Note de M. L. **Thollon**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note présentée à l'Académie par M. Desains, dans la séance du 13 janvier 1879, j'ai donné le résultat de quelques expériences faites sur le Soleil à l'aide d'un spectroscope dont le pouvoir dispersif équivaut

à celui de trente prismes environ. Depuis, j'ai pu continuer mes études, et je suis arrivé à un résultat qui me semble devoir intéresser les savants.

» Pensant que l'énorme pouvoir dispersif dont je dispose me permettrait de constater le déplacement de raies dû au mouvement de rotation du Soleil, j'ai calculé ce déplacement d'après la formule de M. Fizeau; il est, dans le jaune, de $\frac{1}{150}$ de l'intervalle des raies D. Or, dans mon appareil, la distance apparente de ces raies est de 15 à 18 millimètres. En projetant sur le milieu de la fente les deux bords opposés du disque solaire appartenant aux régions équatoriales, les déplacements de raies dans les deux moitiés du spectre, étant égaux et de sens contraire, pouvaient atteindre et dépasser même $\frac{2}{10}$ de millimètre, quantité facilement appréciable. Ce calcul me permettant de croire à un résultat décisif, j'ai disposé l'expérience de la manière suivante : Un faisceau de lumière solaire, rendu et maintenu horizontal par un héliostat, est reçu sur un objectif de lunette ayant 4 pouces de diamètre et $1^m,80$ de distance focale. L'image produite au foyer tombe sur la fente de mon spectroscope, orienté lui-même avec soin sur l'axe du faisceau lumineux. Entre l'objectif et l'héliostat se trouve une monture tournante, dans laquelle sont encastrés deux excellents prismes à réflexion totale, que je dois à l'obligeance de M. Laurent. Les faces hypoténuses de ces prismes, appliquées l'une contre l'autre, sont à la fois sur l'axe de rotation de la monture et sur celui du faisceau lumineux, tandis que les arêtes des angles droits lui sont perpendiculaires. L'objectif ne reçoit ainsi que les deux portions du faisceau qui ont traversé les prismes après s'être réfléchies totalement sur les faces hypoténuses, et forme à son foyer deux images de même sens et qui se superposent. En introduisant entre les deux prismes une petite bande de papier, je sépare les deux images, et avec un peu de soins et de précautions on parvient à les rendre tangentes. Les deux points qui se touchent ainsi représentant toujours les extrémités d'un diamètre solaire, on peut, en faisant tourner les prismes, amener au contact les deux extrémités du diamètre équatorial et les projeter sur le milieu de la fente.

» La monture actuelle de mon spectroscope ne me permet pas de l'incliner sur son axe; la fente reste donc toujours verticale; le miroir de l'héliostat n'est pas très-bon et ne permet pas d'obtenir des images suffisamment nettes; de plus, quand j'ai fait mes expériences, l'atmosphère n'avait ni le calme ni la transparence nécessaires; enfin, le local où j'ai opéré est exposé à de nombreuses et violentes trépidations : néanmoins, en dépit de ces conditions désavantageuses, j'ai constaté un déplacement de raies

parfaitement net et se rapportant sensiblement à celui que j'avais calculé.

» Afin de mettre chacun à même de contrôler dans une certaine mesure les résultats obtenus, je vais exposer les faits tels qu'ils se sont produits. Le spectroscope étant installé à peu près au nord-nord-est de l'héliostat, j'ai fait tourner les prismes jusqu'à ce que leurs faces hypoténuses fussent perpendiculaires à l'équateur des images solaires, puis j'ai amené le point de tangence sur le milieu de la fente. Le spectre apparaissait alors comme partagé en deux par une ombre transversale; les raies métalliques éprouvaient à leur passage dans cette ombre une brusque déviation, et, à partir de cette région, les deux moitiés d'une même raie n'étaient plus sur le prolongement l'une de l'autre. Le phénomène était si net, que l'observateur le moins expérimenté aurait pu le constater. Pendant la matinée, le déplacement s'opérait toujours du côté du violet, dans la moitié inférieure; vers le soir, il s'opérait en sens inverse et il était d'autant plus prononcé qu'on l'observait dans des régions plus réfrangibles. Les raies telluriques n'éprouvaient aucun changement; l'une d'elles, très-voisine de celle du nickel (entre D_1 et D_2), permettait de constater avec une remarquable netteté les déplacements de cette dernière; dans les deux moitiés du spectre, l'intervalle des deux raies différait d'une façon notable et tout à fait évidente. Enfin, en faisant tourner les prismes de 90 degrés, il n'y avait plus d'apparence de déplacements.

» Bien des tentatives ont été faites pour vérifier expérimentalement la loi des variations des longueurs d'onde dues au mouvement de translation du corps sonore ou lumineux. Sans entrer dans un examen critique de ces essais, il est permis de dire que, si cette loi a été vérifiée d'une manière incontestable pour les ondes sonores, il n'en est pas de même pour les ondes lumineuses. Les résultats obtenus sur ce dernier point sont loin d'être incontestés. L'expérience qui vient d'être décrite ne saurait évidemment trancher la question d'une façon définitive, mais elle me donne la certitude qu'avec mon appareil et une installation convenable le phénomène du déplacement des raies se produirait avec une telle évidence, que le doute ne serait plus possible. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiation du platine incandescent.* Note de M. J. VIOLLE.

« I. J'ai fait un certain nombre de mesures de l'intensité de la lumière rouge émise par le platine à différentes températures, de 900 à 1775 degrés,

point de fusion du métal. En prenant pour unité l'intensité de la lumière rouge émise par le platine à 954 degrés, température de fusion de l'argent, je trouve que l'intensité I de cette même lumière, à la température t, est représentée par la formule

$$\log I = -8{,}244929 + 0{,}011475t - 0{,}000002969t^2,$$

ce qui donne

A 800°.....	I = 0,108	A 1400°.....	I = 100
900.....	0,475	1500.....	194
1000.....	1,82	1600.....	327
1100.....	6,10	1700	481
1200.....	17,8	1775.....	587
1300.....	45,2		

Ces nombres connus, il devient aisé de mesurer la température du platine (et, par suite, celle d'un fourneau quelconque où l'on a introduit une lame de platine), par une simple expérience photométrique. Je reviendrai plus tard sur ce point; aujourd'hui, je remarquerai que :

» 1° D'après Dulong et Petit, la quantité de chaleur ou de lumière homogène émise par un corps, à la température t, est

$$I = A a^t,$$

A étant un coefficient particulier au corps considéré et a une constante, la même pour tous les corps. Les mesures actuelles donnent pour la base a de l'exponentielle relative aux rayons rouges, non point une constante, mais une fonction de t, définie par la relation

$$\log a = m - nt,$$

m et n étant deux constantes numériques, respectivement égales à 0,011475 et 0,000002969; cette base a décroît donc lentement avec la température :

A 500°......	a = 1,0233
1000......	1,0198
1500......	1,0163
1775......	1,0144

» 2° L'intensité de la lumière rouge, à peine sensible à 500 degrés, croît très-rapidement d'abord, puis de moins en moins vite, à mesure que la

température s'élève, tendant vers un maximum égal à 696 pour $t = 1933°$; à partir de ce point, I décroît, et, à 2910 degrés, si la formule convient encore à ces températures, l'intensité de la lumière rouge ne sera plus que ce qu'elle était à la température de fusion de l'argent.

» 3° L'intensité d'une radiation donnée ne croîtrait donc pas indéfiniment avec la température, mais elle passerait par un maximum pour une certaine valeur de la température et décroîtrait ensuite pour devenir insensible à un point déterminé, de même qu'elle n'a commencé à être appréciable qu'à partir d'une certaine température.

» 4° La lente variation de a avec la température, dans la formule $I = A a^t$, n'affecte pas sensiblement les valeurs de I pour des excès de moins de 300 degrés, comme ceux auxquels s'étaient bornés Dulong et Petit. Pour des excès plus considérables, si l'on englobe toutes les radiations simples composant la chaleur ou la lumière émise en une seule radiation moyenne, prenant encore

$$I = \mathcal{A} \alpha^t,$$

au lieu de

$$I = A_1 a_1^t + A_2 a_2^t + \ldots + A_n a_n^t,$$

la décroissance de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ avec la température étant compensée par la prédominance de plus en plus marquée des termes relatifs aux radiations les plus réfrangibles, pour lesquelles la base de l'exponentielle est plus grande, α pourra encore paraître sensiblement constant pendant un certain temps.

» II. En faisant passer l'ensemble des radiations émises par le platine en fusion à travers une lame de sel gemme ou une lame d'alun de 4 millimètres d'épaisseur, et recevant ensuite le faisceau sur une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre, j'ai trouvé que la chaleur lumineuse transmise à travers l'alun était $\frac{1}{4.6}$ de la chaleur totale transmise par le sel gemme. Si l'on rapproche cette observation de celle de M. Desains, qui n'a trouvé dans le spectre du platine incandescent qu'une fraction insignifiante de chaleur lumineuse (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 285), on en conclura qu'à 1775 degrés les radiations les plus réfrangibles ont pris dans le spectre du platine une valeur relative qu'elles étaient loin d'avoir quelques centaines de degrés plus bas. La composition du rayonnement total émis par le platine n'a donc pas moins changé que l'intensité de ce rayonnement, devenu, comme l'on sait, comparable, en ces hautes températures, à celui des sources les plus lumineuses. »

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des lignes de pression moléculaire, et sur la trajectoire des molécules.* Note de M. W. Crookes, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai étudié l'espace obscur qui enveloppe le pôle négatif dans un tube de Geissler après que l'étincelle d'induction y a passé, et, après plusieurs expériences faites en variant la position des pôles, l'intensité de l'étincelle et la nature des gaz sur lesquels le vide a été fait, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» 1° Quand on développe une forte excitation moléculaire dans un disque métallique par une action électrique, on détermine une vibration qui se révèle à la surface du disque et sur le gaz qui l'environne. Dans un milieu dense, la perturbation moléculaire s'éteint à peu de distance du métal; mais, à mesure que ce milieu se raréfie, la zone de cette perturbation s'étend de plus en plus. Dans l'air, à une pression de $0^m,078$, elle atteint un minimum de $0^m,008$ au-dessus de la surface du disque, en formant autour un sphéroïde aplati.

» 2° Le diamètre de cet intervalle obscur varie selon le degré de perfection du vide, suivant la nature du gaz dans lequel celui-ci a été fait, suivant la température du pôle négatif et, à un moindre degré, suivant l'intensité de l'étincelle. Pour un même degré de raréfaction, ce diamètre est plus grand avec l'hydrogène et plus petit avec l'acide carbonique qu'avec l'air atmosphérique.

» 3° La forme et la grandeur de cet espace obscur ne varient pas avec la distance qui sépare les pôles, mais seulement, et encore très-faiblement, quand on change la puissance de la pile ou l'intensité de l'étincelle. Quand l'intensité électrique est grande, celle de la lumière, dans les portions du tube qui sont vides, dissimule presque complétement l'espace obscur, et on ne l'aperçoit que difficilement ; mais si on le cherche avec soin, on peut le découvrir sans qu'il soit diminué en grandeur. Il ne change même pas quand, l'étincelle étant très-faible, il est presque invisible, et quand on réduit assez la puissance de la pile, il disparaît complétement, mais sans changer de forme.

» J'ai disposé plusieurs expériences pour reconnaître si cette couche visible de perturbations moléculaires est identique avec celle des pressions ou des forces moléculaires, qui est invisible, et dont je m'occupe déjà depuis plusieurs années. Voici une de ces expériences.

» Un radiomètre ordinaire est construit avec des disques d'aluminium

pour ailettes, et chaque disque est recouvert sur un côté d'une mince pellicule de mica. L'axe du moulinet est soutenu par une crapaudine en acier très-dur, et la pointe sur laquelle il tourne est mise en rapport avec un bouton d'attache en platine soudé au verre. En haut de la boule du radiomètre se trouve un second bouton d'attache qui est également soudé dans le verre. Dans ces conditions, l'appareil est mis en communication avec une bobine d'induction, en ayant soin de relier le moulinet au pôle négatif.

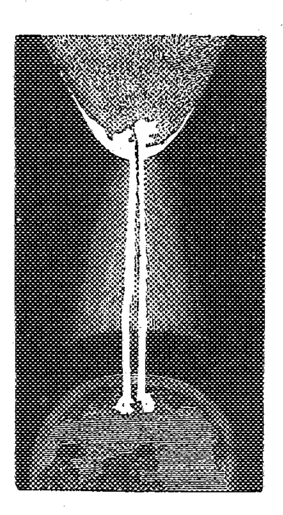
» En ne tenant pas compte des phénomènes que l'on observe dans les vides très-partiels, j'ai reconnu que, aussitôt que le moulinet était mis en rapport avec la bobine d'induction, une auréole de lumière violacée et veloutée se formait au-dessus des côtés métalliques des ailettes, et que les côtés recouverts de mica restaient toujours obscurs.

» A mesure que la pression diminue, on voit se développer un espace obscur qui sépare l'auréole violacée des parties métalliques, et, à une pression d'un demi-millimètre, cet espace obscur s'étend jusqu'au verre : c'est alors que commence la rotation positive. Si l'on continue à perfectionner le vide, l'espace obscur en question augmente et paraît s'aplatir contre le verre, et la rotation devient très-rapide. Quand on substitue aux ailettes dont il a été parlé plus haut des coupes d'aluminium, des effets semblables se manifestent; l'auréole violacée s'étend alors sur les deux faces de chaque coupe, et, en augmentant la perfection du vide, l'espace obscur, tout en s'élargissant, conserve la forme de la coupe; le bord brillant de cet espace semble se concentrer sur le côté concave de la coupe pour former une sorte de foyer lumineux, tandis qu'il s'élargit sur le côté convexe, et, avec un vide encore plus perfectionné, l'espace obscur correspondant à ce côté finit par toucher le verre. La rotation positive de l'appareil devient alors très-rapide, et d'autant plus rapide que l'espace obscur s'étend davantage.

» Le second sujet de mes recherches se rapporte à la concentration en un foyer des lignes de force, comme cela a lieu dans l'expérience avec des ailettes en forme de coupe. Comme cette étude ne pouvait être faite dans les conditions de cette expérience, en raison de la rapidité de la rotation, j'ai fait construire un appareil dont le pôle négatif était disposé en forme de coupe et immobile. En faisant le vide dans cet appareil, j'ai pu très-facilement observer la convergence des lignes de force vers un foyer, du côté de la partie concave. Quand l'espace obscur est beaucoup plus grand que la coupe, il forme un ellipsoïde irrégulier qui s'infléchit vers le foyer, et, au dedans de la zone lumineuse, on peut distinguer un foyer de lumière d'un violet foncé qui converge et s'étend au delà des bords de l'espace obscur à mesure que les rayons divergent de l'autre côté du foyer, four-

nissant d'une manière frappante l'aspect des rayons solaires réfléchis par un miroir concave à travers un brouillard. »

M. Th. du Moncel fait remarquer, à l'occasion de cette Communication, que l'espace obscur dont parle M. Crookes ne se manifeste pas seulement dans le vide; on le retrouve tout aussi caractérisé et même peut-être plus nettement dessiné autour de l'électrode négative, quand on échange l'étincelle d'induction entre deux lames de verre, et qu'on la regarde au microscope. L'électrode négative est alors recouverte d'une belle lumière d'un bleu violet, et l'espace obscur semble se mouler sur les contours de l'électrode négative. Le phénomène présente, du reste, le même aspect que l'étincelle d'induction dans le vide; seulement il n'y a pas de stratifications



dans la lumière rose, et le tout est traversé par les traits de feu de la décharge directe, dont les points de liaison avec les électrodes sont illuminés par des scintillations lumineuses d'un grand éclat, et qui sont de couleur variable avec le métal des électrodes; elles sont d'un jaune verdâtre avec le cuivre, d'un vert émeraude avec l'argent et le cadmium, d'un beau bleu avec le zinc et le bismuth, d'un beau jaune avec le plomb, l'or et l'étain, et d'un rouge vif avec le platine et le fer. J'ai longuement parlé de ces effets dans mon Mémoire sur la non-homogénéité de l'étincelle d'induction (p. 74-95) et dans ma Notice sur l'appareil de Ruhmkorff (cinquième édition, p. 63); mais, pour que l'expérience soit bien nette, il faut une machine d'induction donnant des étincelles courtes et nourries, telles que celles qui étaient produites par les machines que M. Ruhmkorff construisait dans l'origine. La figure ci-dessus représente cette étincelle.

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur les phénomènes électrodynamiques, et en particulier sur l'induction.* Note de M. **H. de Meaux**, présentée par M. Cornu.

« L'idée paraît se répandre parmi les électriciens que, pour soustraire un conducteur télégraphique à l'action inductrice de conducteurs voisins, il suffit de les recouvrir d'une enveloppe métallique en communication avec le sol [1]. Pour comprendre l'importance qu'un semblable résultat aurait au point de vue pratique, il suffit de se rappeler combien le fonctionnement du téléphone est entravé par le voisinage de conducteurs en activité. D'un autre côté, les expériences citées à l'appui de cette idée sont trop peu précises, pour être concluantes, et il est probable qu'elle repose surtout sur des considérations tirées de la loi de Faraday, relative à l'action de corps électrisés qu'entoure un conducteur communiquant avec le sol. Or cette loi suppose que l'équilibre électrique existe sur les corps en présence, et, par suite, on n'est pas autorisé à l'appliquer *a priori* à la période durant laquelle cet équilibre s'établit. La question scientifique de savoir si, en fait, cette loi comporte une semblable extension se trouve ainsi soulevée. A ce double point de vue, il nous a paru intéressant d'étudier le cas particulier où les corps en présence sont des fils télégraphiques Nous pouvons conclure de nos expériences que, loin d'être la même que pour les actions *électrostatiques*, la loi relative à l'*induction dynamique* peut, dans le cas considéré, s'énoncer ainsi : *Dans un circuit fermé, on ne change pas l'intensité du courant déterminé par l'induction d'un conducteur cylindrique indéfini sur un autre de même forme, en entourant l'un ou l'autre de ces conducteurs ou même chacun d'eux d'une enveloppe métallique concentrique, communiquant avec le sol dans toute sa longueur.*

» Quatre câbles à un seul fil étaient, sauf de petites sections en tranchées, suspendus le long des égouts qui règnent presque sans interruption entre l'hôtel des Télégraphes et la porte Rapp [2] ; deux de ces câbles, A_g et B_g, étaient recouverts d'un guipage en coton par-

(1) Articles sur le *Téléphone*, dans le *Journal télégraphique international* du 25 novembre 1877, citant *The Telegraphic Journal*, et dans les *Annales télégraphiques*, janvier-février et juillet-août 1878.

(2) Les expériences ont eu lieu au mois de février 1878, lors de l'établissement des communications télégraphiques destinées à desservir le palais de l'Exposition. J'aurais désiré les compléter et les varier; mais l'autorité légitime dont jouissent auprès des électriciens les noms sous le patronage desquels s'est produit le procédé signalé plus haut me donne lieu de craindre qu'il n'acquière un crédit de nature à causer des mécomptes.

dessus la gaîne isolante, les deux autres, A_p et B_p, étaient en outre revêtus d'une enveloppe en plomb qui communiquait à la terre par les parois humides de l'égout; les deux câbles A s'arrêtaient à la porte Rapp, où ils étaient à la terre, les deux autres passaient à cet endroit de l'autre côté de l'égout et revenaient à la rue de Grenelle. Le courant d'une pile était envoyé dans l'un des câbles A, et l'on notait l'impulsion que le courant induit imprimait à l'aiguille d'un galvanomètre Thomson, relié à l'un ou l'autre des deux câbles B. Voici, parmi plusieurs expériences concordantes, les chiffres obtenus le 23 février :

	A_g agissant sur B_g.	A_p sur B_g.	A_p sur B_p.	A_g sur B_p.	A_g sur B_g (1).
Déviation initiale.......	28 à 29 div.	24 à 25	25	24	27 à 28
Déviation permanente....	2	0	0	0	2

» L'accord entre ces chiffres est complet, si l'on remarque que le courant envoyé sur A_g (expériences 1 et 4) se dérive légèrement à la terre et sur B_g ; cette dernière portion traversant le galvanomètre dans le même sens que le courant induit, augmente l'écart d'impulsion d'une quantité égale au double de la déviation permanente qu'elle détermine lorsqu'elle agit seule (2).

» L'objection tirée de ce que l'équilibre électrique n'existe pas au moment où l'induction se produit perdrait de sa force s'il s'agissait de courants arrivés à l'état permanent. L'équilibre, à la vérité, n'existe pas encore dans ce cas, et le mouvement électrique qui constitue le courant, introduit, dans les phénomènes électrodynamiques proprement dits, un élément prépondérant, dont il n'est pas tenu compte dans la loi de Faraday; mais la distribution électrique reste stable le long du conducteur parcouru par un courant permanent, et l'on pourrait trouver à ce conducteur plus d'analogie avec un fil isolant le long duquel seraient réparties certaines masses électriques qu'il n'y en avait pour un circuit induit. Malgré cette analogie cependant, la loi de Faraday n'a pas été étendue aux courants permanents, et, dans la construction des galvanomètres où l'aiguille est séparée du circuit par une enveloppe en cuivre plus ou moins complète, destinée à amortir ses oscillations (3), on ne prend aucune précaution pour isoler du sol ces

(1) L'impulsion en sens inverse, déterminée par la décharge, était toujours un peu inférieure à celle de la charge : 25, 23, 24, 20 à 21.

(2) Si elles ne modifient pas les effets de l'induction, les enveloppes métalliques peuvent cependant, on le voit, exercer une action favorable sur le fonctionnement des fils qu'elles recouvrent; elles préviennent les dérivations qui tendraient à se produire de l'un à l'autre, et les protégent contre l'humidité qui favoriserait les pertes de courant. Ainsi s'explique sans doute l'amélioration qui est résultée de leur emploi dans les expériences auxquelles nous faisions allusion en commençant.

(3) Par exemple, dans le galvanomètre apériodique de M. du Bois-Reymond, et dans

enveloppes. On peut conclure de cette pratique que la loi de Faraday ne s'applique pas non plus aux phénomènes électrodynamiques; il nous a paru utile néanmoins de vérifier cette conclusion au moyen de deux bobines portant l'une du câble sous guipure, l'autre une égale longueur de câble sous plomb, dont l'enveloppe communiquait au sol. Nous avons reconnu qu'en effet ni l'enveloppe du câble, ni celle dont on entoure l'aiguille aimantée ne modifient la déviation qu'éprouve celle-ci dans une position déterminée par rapport au circuit.

» Nous sommes donc fondé à dire que les phénomènes d'induction, dans les circuits fermés, sont dus à la cause spéciale qui produit les phénomènes électrodynamiques, et les effets de condensation statique qui peuvent coexister avec le courant induit n'ont aucune influence sur l'intensité de ce dernier. En effet, pour expliquer que l'intensité du courant induit reste la même, que le courant inducteur soit ou non entouré d'une enveloppe conductrice en communication avec le sol, il ne suffirait pas de remarquer que la couche électrique de nom contraire, développée à l'intérieur de l'enveloppe, par suite des réactions électrostatiques, ne posséderait pas instantanément une quantité d'électricité égale à celle qui compose le courant inducteur; il résulterait simplement de là, si le courant induit était produit par les forces statiques, qu'il devrait y en avoir un dans les deux cas, mais la présence de l'enveloppe devrait en diminuer l'intensité. L'intensité restant la même, on doit chercher la cause du courant induit dans ces forces électrodynamiques sur lesquelles l'enveloppe métallique n'a pas d'influence. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau téléphone Bell, parlant à haute voix.* Note de M. **Gower**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Des perfectionnements de détails m'ont permis de rendre le téléphone Bell susceptible de reproduire la parole et les sons quelconques assez haut pour être entendus à distance; on peut même les transmettre, étant placé à une certaine distance de l'instrument, comme avec un bon microphone, mais sans nécessiter aucune pile. Ces résultats avantageux peuvent être attribués :

» 1° A ce que l'aimant, dont les pôles sont placés en regard l'un de

celui qui sert à mesurer les intensités magnétiques absolues par la méthode de Gauss, où les enveloppes sont complètes.

l'autre, comme dans l'électro-aimant de Faraday, est dans de meilleures conditions que dans les appareils ordinaires;

» 2° A ce que le diaphragme est plus épais, plus grand et surtout plus tendu que ceux que l'on construit ordinairement;

» 3° A ce que la boîte qui renferme le tout est métallique et disposée de manière à constituer une caisse sonore;

» 4° A ce qu'elle est munie d'un porte-voix qui amplifie les sons émis.

» L'appareil peut être disposé de deux manières, soit avec le porte-voix dont il vient d'être question, soit avec un tube acoustique, muni d'une embouchure. Dans le premier cas, on peut transmettre et entendre la parole à une certaine distance de l'appareil, mais il faut que le correspondant ait le tuyau acoustique à la bouche ou à l'oreille, de sorte qu'il n'y a que l'un des deux interlocuteurs qui puisse avoir l'avantage de parler et d'entendre sans se déranger de place; mais, avec de doubles appareils, on pourrait jusqu'à un certain point résoudre ce problème.

» Une particularité de ce système téléphonique, c'est qu'il peut servir d'avertisseur. Pour cela, une petite ouverture oblongue est pratiquée sur le diaphragme, et derrière cette ouverture est adaptée une lame vibrante, analogue à une anche d'harmonium. Quand on souffle dans l'appareil, cette anche entre en vibration, et les vibrations qui en résultent déterminent des courants d'induction assez énergiques pour produire un son très-fort sur le téléphone récepteur correspondant. Ce qui est curieux, c'est que la présence de cette anche ne nuit pas à la reproduction de la parole, qui s'effectue comme si cette anche n'y existait pas. »

CHIMIE. — *Sur les amalgames de chrome, de manganèse, de fer, de cobalt, de nickel, et sur un nouveau procédé de préparation du chrome métallique.* Note de M. **H. Moissan**.

« Lorsque l'on agite une solution concentrée de protochlorure de chrome dans l'eau avec de l'amalgame de sodium pâteux, le mélange s'échauffe, une partie du sodium décompose l'eau, dégage de l'hydrogène, et donne de la soude qui précipite une certaine quantité d'oxyde de chrome; l'autre partie de l'amalgame produit, par double décomposition, du chlorure de sodium et un amalgame de chrome. Pour être certain qu'il ne reste pas de sodium dans le mercure, on maintient l'amalgame obtenu pendant une heure environ dans l'eau bouillante, en agitant de loin en loin.

» Cet amalgame est liquide, moins fluide que le mercure; il se recouvre à l'air d'une couche noire d'oxyde. Il se décompose lentement en présence de l'air sec, plus rapidement en présence de l'eau.

» Chauffé à une température supérieure, à 350 degrés, dans un courant d'hydrogène, il laisse comme résidu du chrome métallique, se présentant sous l'aspect d'une substance noire, amorphe, très-peu agglutinée, qui, chauffée au rouge sombre sur la lame de platine, devient tout à coup incandescente en se transformant en sesquioxyde de chrome vert.

» Le métal ainsi obtenu est inattaquable par l'acide sulfurique bouillant et par l'acide azotique. L'acide chlorhydrique l'attaque lentement à chaud, en dégageant de l'hydrogène.

» Ce mode de préparation de l'amalgame de chrome peut s'appliquer au manganèse, au fer, au cobalt et au nickel. Schœnbein avait obtenu de cette façon les amalgames de fer et de manganèse. M. Damour avait préparé ceux de cobalt et de nickel, en traitant les chlorures de ces métaux par l'amalgame de zinc (¹).

» Les amalgames de manganèse, de cobalt et de nickel que j'obtiens dans ces conditions ont une apparence butyreuse; ils renferment plus de métal amalgamé, pour un poids donné, que l'amalgame de chrome.

» J'ai pu obtenir aussi l'amalgame de manganèse, en décomposant par la pile une solution concentrée de protochlorure de manganèse, en présence d'une électrode négative en mercure. Il se dégage du chlore, et l'amalgame se forme. Il y a, en même temps, décomposition de l'eau; l'hydrogène se dégage à la surface du mercure, et l'ozone qui se forme sur l'électrode positive fait passer une partie du manganèse du chlorure dissous à l'état d'oxyde rouge. Pour avoir une électrode de mercure d'une grande surface, on a placé au fond d'un verre de Bohême une petite couche de mercure, dans laquelle venait tremper le pôle négatif de trois éléments à bichromate de potasse, réunis en série. Au-dessus du mercure, se trouvait la solution concentrée de protochlorure, dans laquelle trempait une lame de platine servant d'électrode positive.

» J'ai pu, dans certains cas, obtenir ainsi quelques aiguilles d'un amalgame de manganèse cristallisé, que l'on pouvait séparer du restant du mercure.

» En distillant cet amalgame de manganèse à la température d'ébulli-

---

(¹) *Annales des Mines*, 3e série, t. XV.

tion du soufre (440 degrés), on obtient du manganèse pulvérulent. Si l'on place au fond d'un tube à essai une petite quantité du métal ainsi obtenu, et que l'on fasse couler sur la paroi quelques gouttes d'acide azotique monohydraté, la chaleur développée par la réaction est très-vive, le manganèse devient incandescent. Nous avons démontré précédemment qu'il en était de même pour le protoxyde de fer pyrophorique ([1]).

» Du reste, en distillant cet amalgame dans un tube de verre traversé par un courant d'hydrogène et en ayant soin de ne dépasser que de très-peu la température d'ébullition du mercure, j'ai obtenu une poudre noire, présentant quelques parcelles pyrophoriques. On sait que l'amalgame de fer distillé dans les mêmes conditions donne du fer pyrophorique (Joule).

» Le manganèse provenant de la distillation de son amalgame décompose lentement l'eau à la température ordinaire, un peu plus rapidement à 100 degrés.

» J'ai obtenu de même, par voie électrolytique, les amalgames de nickel et de cobalt. Ces corps, d'un aspect pâteux, sont peu stables; ils s'oxydent assez rapidement au contact de l'eau, et l'on peut remarquer alors, pour l'amalgame de cobalt, par exemple, que les parties qui se trouvent au fond du tube en contact du verre mouillé, mais séparées de l'air atmosphérique, donnent de l'hydrate de protoxyde de cobalt, tandis que les parties touchant l'eau aérée se recouvrent d'un oxyde supérieur noir. M. Regnault ([2]) a démontré que ces corps se forment avec absorption de chaleur : ils rentrent donc dans la classe des corps endothermiques de M. Berthelot.

» J'obtenais, dans les conditions où je m'étais placé, des amalgames moins riches que ceux du sodium. Cela tenait, je pense, à ce que, en même temps que le courant de la pile décomposait le chlorure, l'amalgame formé réagissait sur les liquides en contact desquels il se trouvait, produisant par sa décomposition un courant inverse, qui venait détruire le premier. J'ai placé, par exemple, une solution de protochlorure de manganèse dans mon verre de Bohême, j'ai fait passer le courant pendant une demi-heure; un galvanomètre se trouvait dans le circuit. Au bout de ce temps, j'ai supprimé la pile en réunissant les deux fils, j'ai dépolarisé les électrodes et je les ai replacées comme précédemment. Le galvanomètre accusait alors un courant assez intense, inverse du précédent; et, comme l'intensité change et augmente au fur et à mesure que l'amalgame

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV; 1877.

([2]) *Ibid.*, t. LI et LII; 1851.

se concentre, il est probable qu'avec une pile donnée, regardée comme constante, on ne pourrait former qu'un amalgame à proportions déterminées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'éther méthylformique et de l'alcool méthylique pur.* Note de MM. CH. BARDY et L. BORDET, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« *Préparation de l'éther méthylformique.* — Le meilleur mode opératoire est le suivant : Dans un ballon contenant le formiate de soude séché à 130-140 degrés et pulvérisé, on introduit, d'un seul coup et en agitant, le mélange d'alcool méthylique et d'acide chlorhydrique aqueux, les trois corps étant pris en proportions équivalentes, sauf un petit excès d'alcool méthylique. On adapte au col du ballon un serpentin entouré d'eau froide qu'on ne renouvelle pas, puis, au-dessus de ce serpentin, un tube à dégagement qui conduit les vapeurs à un second serpentin soigneusement refroidi. On plonge le ballon dans un bain d'eau froide dont on élève doucement la température jusqu'à l'ébullition. L'eau qui entoure le serpentin ascendant s'échauffe peu à peu ; lorsqu'elle atteint la température de 45 degrés, ce qui n'arrive que lorsque le bain-marie qui entoure le ballon est en pleine ébullition depuis assez longtemps, on peut considérer l'opération comme terminée. On trouve alors dans le récipient placé à la sortie du deuxième serpentin un liquide qui, agité avec quelques gouttes de soude, pour le débarrasser d'une trace d'acide chlorhydrique qu'il contient souvent, puis rectifié une ou deux fois au bain-marie, fournit du formiate de méthyle parfaitement pur et anhydre, bouillant à 32 degrés.

» En partant de 2 kilogrammes de formiate de soude, nous avons obtenu, à plusieurs reprises, 1610 grammes d'éther formique pur. Le rendement théorique serait de 1764 grammes, en supposant le formiate de soude parfaitement pur et anhydre, ce qui n'a jamais lieu. Ce résultat indique donc que l'éthérification de l'acide formique a lieu d'une manière à peu près complète; fait digne de remarque, si l'on songe que la réaction se passe en présence de 2^{kg},150 d'eau.

» Le choix de l'alcool méthylique employé dans cette préparation n'est pas indifférent. Il faut éviter la présence des impuretés dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'alcool méthylique et se rapproche par suite de celui de l'éther qu'on veut obtenir. Le mieux est d'employer ce que

l'industrie appelle des *méthylènes de queue*. Si l'on ne peut pas s'en procurer, on prend les beaux méthylènes à 99 degrés que l'on trouve facilement dans le commerce, et, par surcroît de précaution, on les rectifie en rejetant les portions qui passent au-dessous du point d'ébullition de l'alcool méthylique.

» *Saponification de l'éther méthylformique.* — Quand on a obtenu l'éther méthylformique, la préparation de l'alcool méthylique pur est extrêmement simple, car la saponification de l'éther est d'une facilité remarquable. On la réalise au moyen d'une dissolution de soude caustique marquant environ 30 degrés Baumé et dont on connaît le titre exact en alcali. On l'emploie en quantité équivalente à celle de l'éther à saponifier, ou tout au moins on n'en prend qu'un très-léger excès. Comme la réaction entre les deux corps est très-énergique et dégage beaucoup de chaleur, il faut prendre certaines précautions pour éviter les pertes. On met le formiate de méthyle dans un ballon plongé dans un bain d'eau maintenue très-froide; le col du ballon reçoit un bouchon à deux trous; dans l'un, pénètre l'extrémité d'un serpentin soigneusement refroidi et ouvert à son extrémité supérieure, dans l'autre se trouve un robinet. On verse la soude par l'extrémité supérieure du serpentin, en opérant par très-petites portions. On facilite l'entrée du liquide dans le ballon, en ouvrant le robinet pendant un instant. Après chaque introduction de soude, on agite légèrement le ballon. Quand toute la soude est introduite et que la réaction est tout à fait calmée, on enlève le ballon en le séparant de son bouchon, on le ferme avec un bouchon plein et on l'agite vivement à plusieurs reprises, pour faire disparaître la petite couche d'éther qui pourrait se trouver encore inaltérée. Si, à ce moment, la liqueur est encore légèrement alcaline, on la rend neutre par l'addition de quelques gouttes d'acide formique.

» Le contenu du ballon est alors distillé; on recueille tout ce qui passe jusqu'à 99 degrés et l'on obtient ainsi un alcool méthylique aqueux qui marque environ 65 degrés à l'alcoomètre. Deux distillations sur du carbonate de potasse l'amènent à marquer 100 degrés. Ces différentes opérations n'entraînent pas de pertes sensibles, de sorte qu'on obtient une quantité d'alcool correspondant presque exactement à celle de l'éther employé. On n'a plus alors qu'à distiller le produit deux fois sur du sodium, puis une fois sur un peu d'acide phosphorique anhydre, pour le débarrasser des dernières traces d'eau.

» Remarquons, en terminant, que le résidu de la saponification de l'éther méthylformique est du formiate de soude pur que l'on peut des-

sécher et employer à nouveau pour la préparation de formiate de méthyle.

» Il résulte de là qu'une quantité donnée de formiate de soude peut servir à la purification de quantités considérables d'alcool méthylique.

» Ajoutons enfin que nous avons tenté de remplacer la soude par la chaux, dans la série des opérations dont nous venons de parler, et que les résultats nous ont paru tout aussi satisfaisants. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les principes qui donnent au* Sarracenia purpurea *ses propriétés thérapeutiques.* Extrait d'une Lettre de M. F. **Hétet** à M. le Secrétaire perpétuel.

« En analysant le *Sarracenia purpurea,* sorte de Népenthès du Nord-Amérique, qui est employé depuis quelque temps pour le traitement des affections rhumatismales et goutteuses, j'ai pu constater plusieurs principes, et particulièrement une matière alcaline, dont les caractères sont identiques à ceux de la *vératrine*. La cristallisation est la même, en beaux prismes et en octaèdres du système orthorhombique. Elle se comporte de même avec les principaux dissolvants neutres; elle donne les mêmes réactions avec les acides et les solutions employées pour distinguer les alcaloïdes, soit, en particulier, les colorations successives avec l'acide sulfurique concentré, avec l'acide sulfomolybdique et surtout l'acide chlorhydrique à chaud, qui produit cette belle coloration rouge violacé persistante, toute spéciale à la vératrine.

» J'y retrouve aussi une *amine* signalée par Dragendorff, mais sans détermination, et une autre substance alcaline, soluble dans l'eau, sur laquelle je n'ose encore me prononcer.

» Je continue cette étude et j'en ferai connaître les résultats définitifs. Mais j'ai pensé que les savants, et surtout les médecins, seraient bien aises de savoir que le *Sarracenia* rivalise de propriétés médicales avec les Colchicacées, quoique formant une famille éloignée, voisine des Papavéracées, d'autant que la coïncidence est frappante entre les usages thérapeutiques et l'existence de ce principe actif (1). »

(1) Ayant peu de matière à ma disposition, j'ai opéré d'abord avec 100 grammes seulement de poudre de feuilles provenant des îles Saint-Pierre et Miquelon, près de Terre-Neuve, où cette plante est très-commune.

C'est en suivant l'excellent procédé de M. Stas, pour la recherche des poisons végétaux, que j'ai pu isoler ce principe immédiat.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la terminaison des artérioles viscérales de l'*Arion rufus. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Milne Edwards.

« Il y a une trentaine d'années, M. Milne Edwards démontra que, dans diverses régions du corps des Mollusques, il n'existe point de capillaires, comparables à ceux des Vertébrés, établissant la continuité entre le système artériel et le système veineux. Le sang qui circule dans les dernières ramifications des artères se répand dans des espaces plus ou moins irréguliers, tapissés d'un mince épithélium, creusés au sein des tissus ou occupant les interstices des organes, espaces que M. Milne Edwards désigne sous le nom de *lacunes*.

» Chez divers Mollusques, la cavité où sont renfermés les viscères fonctionne comme une vaste lacune. Le sang artériel s'y épanche, puis retourne au cœur par des canaux veineux en relation avec la cavité générale.

» Tel est le cas de l'*Arion rufus*.

» Lorsqu'on injecte, avec tous les ménagements possibles, le système artériel viscéral de cette Limace, on voit la matière à injection sourdre en fines gouttelettes à la surface des organes contenus dans la cavité viscérale.

» Dans le cas où cette cavité n'a pas été ouverte, la matière à injection la distend, puis passe dans les vaisseaux.

» Il suffit, sur un Arion asphyxié dans l'eau, d'introduire le bec de la seringue par l'un des tentacules, dont l'extrémité a été tranchée, pour remplir la cavité viscérale et consécutivement la totalité du système vasculaire. Dans ses leçons publiques, M. Milne Edwards injecte des Hélices par ce procédé.

» Si ces faits sont connus des anatomistes, on ne paraît pas s'être appliqué à rechercher, par l'observation directe, les voies par lesquelles le sang des artères s'écoule dans la cavité viscérale.

» Si l'on place sous le microscope un fragment, enlevé par une coupe tangentielle à l'un des organes contenus dans la cavité générale et qu'on en examine la face externe sous un grossissement de 200 à 250 diamètres, on reconnaît que les dernières ramifications des arteres, dont le diamètre est variable, gagnent toute la surface libre de l'organe, et que là elles se terminent brusquement par une extrémité tronquée et béante. C'est par ces orifices, presque toujours évasés en entonnoir, que le sang artériel passe dans la cavité générale.

» L'observation n'exige pas des pièces injectées chez l'Arion : elle donne des résultats très-nets sans cette précaution, grâce aux corpuscules calcaires qui incrustent les parois des artérioles, jusqu'à leur bouche libre inclusivement.

» Hâtons-nous d'ajouter que de semblables orifices existent chez beaucoup d'autres Mollusques.

» Cette curieuse disposition anatomique nous paraît avoir été aperçue par Alder et Hancock, mais sa véritable signification a échappé à ces anatomistes. En parcourant leur bel ouvrage sur les Nudibranches de la Grande-Bretagne, nous avons été frappé des rapports existant entre la *fig.* 10 de la *Pl. IV*, famille 3, et nos propres dessins des orifices artériels. Cette figure représente grossie une vésicule terminale de la glande salivaire accessoire d'une *Doto*. On y voit des tubes ramifiés à la manière des artères aboutissant à des corps que les anatomistes anglais appellent *cellules à nucléus*. Ce sont les orifices infundibuliformes des capillaires artériels de la glande. Notons que ces auteurs avaient été frappés de ce fait, que les tubes vasculiformes correspondent exactement au diamètre des nucléus, et ils ajoutent dans une note que ceux-ci pourraient bien être les ouvertures de petits vaisseaux.

» Nous pensons que les orifices des prétendus vaisseaux aquifères des Acéphales et d'autres Mollusques sont anatomiquement de même nature que les pavillons artériels que nous venons de signaler. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action physiologique du grenat ou résidu de fabrication de la fuchsine*. Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« On s'est beaucoup moins servi de la fuchsine, pour colorer les vins, qu'on ne le croit communément. La couleur de cette substance est trop franchement rouge, et, quand on l'étend, elle passe au rose et ne rappelle que très-imparfaitement la teinte du vin. Les falsificateurs se sont adressés de préférence à des matières connues dans le commerce sous le nom de *grenat*, et qui ne sont autre chose que les résidus de la fabrication de la fuchsine. Ce sont des produits complexes, très-mal définis chimiquement, mais dont la nature se rapproche merveilleusement de celle du vin.

» Le type de ce genre de teintures est le colorant Blanchard, qui se compose de grenat en dissolution dans de la mélasse. On aura une idée du

pouvoir tinctorial de ce produit, quand on saura qu'un demi-litre suffit pour donner à une pièce de vin blanc une coloration satisfaisante.

» Je me suis proposé de rechercher de quelle manière le grenat agit sur l'économie.

» Une vingtaine d'expériences, entreprises sur des animaux de nature très-diverse, chiens, chats, cobayes, lapins, grenouilles, se sont terminées constamment par la mort, au bout d'un temps qui n'a pas dépassé trois ou quatre semaines pour les mammifères et six semaines pour les grenouilles.

» Les procédés d'administration du grenat ont été variés : il a été donné en mélange avec la nourriture, en injections stomacales, sous-cutanées, intraveineuses, trachéennes. Les symptômes observés ont été constamment les mêmes.

» Deux ou trois jours après la première injection, la diarrhée apparaît. Les urines, presque immédiatement colorées en rouge vif, redeviennent bientôt à peu près incolores et très-rares.

» La diarrhée persiste, accompagnée d'un amaigrissement rapide, bien que l'appétit soit conservé. La peau est colorée en violet, ainsi que les muqueuses.

» L'animal s'affaiblit peu à peu et meurt dans le marasme. La mort survient sans convulsions; graduellement, les muscles perdent leur irritabilité, la sensibilité devient nulle; les réflexes sont presque abolis ou ne se produisent plus qu'avec une extrême lenteur. L'immobilité devient complète, et cependant, si l'on ouvre l'animal, le cœur est encore animé de contractions rhythmiques.

» Il n'est pas besoin de doses considérables pour arriver à ce résultat. Dans une expérience, un chien de moyenne taille a reçu 3 centimètres cubes délayés avec un peu d'eau, en six injections, les 13, 15, 18, 20, 22 et 25 juin; il est mort le 26, c'est-à-dire au bout de treize jours.

» Un jeune chat n'a reçu que 1 centimètre cube en deux injections; il est mort le douzième jour.

» Ce qui frappe à l'autopsie, c'est la coloration intense des organes. Tous les tissus sont colorés en violet, mais inégalement. Le foie, la rate, sont absolument noirs, les ganglions lymphatiques sont d'un violet sombre, le rein violet, le sang et le poumon rose vif.

» Des coupes pratiquées dans ces organes montrent que les espaces lymphatiques sont gorgés de granulations irrégulières, amorphes, d'un violet intense. Or la matière injectée est parfaitement soluble; sous l'influence des milieux liquides de l'organisme, cette matière colorante très-soluble s'est précipitée et a formé un composé granuleux très-peu soluble, qui ne peut être éliminé.

» L'administration par le tube digestif offre une particularité intéressante : l'absorption de la matière colorante se fait d'abord rapidement, puis

bientôt les muqueuses intestinales paraissent engorgées par les granulations insolubles, et l'absorption se ralentit. L'animal mange avec avidité, sans se nourrir, et la dose journalière de grenat est rejetée avec les fèces. Les animaux meurent plus lentement que lorsque cette substance leur est administrée en injections sous-cutanées ([1]).

» On trouve habituellement dans le sang un excès d'urée. Nous avons trouvé jusqu'à 0,336 pour 100, tandis que la proportion moyenne normale est de 0,016.

» L'urémie est donc le caractère saillant de la mort par l'administration du grenat. Elle est consécutive à l'état du rein, dont les glomérules de Malpighi sont obstrués par les granulations colorées, et dont, par conséquent, la surface sécrétante est considérablement réduite.

» En résumé, on peut dire que, si le grenat n'a pas absolument les caractères d'une substance toxique, puisqu'on peut porter la dose aussi haut que possible sans provoquer une mort rapide, néanmoins il doit être rangé dans la catégorie des substances nuisibles, dont l'introduction dans l'économie ne peut avoir que des effets pernicieux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la quantité de lumière perdue pour la mise en activité de l'appareil visuel, et ses variations dans différentes conditions.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. A. Vulpian.

« Plusieurs observateurs ont déjà remarqué, non-seulement à propos du sens de la vue, mais pour un nerf ou pour un appareil sensible quelconque, que la sensation provoquée par une excitation appropriée ne suit pas immédiatement cette dernière, mais qu'il y a entre l'excitation et la sensation un certain intervalle de temps pendant lequel l'excitation n'agit pas. Tout appareil de sensibilité paraît donc posséder une certaine inertie qu'il faut vaincre tout d'abord avant de produire une sensation. Or, j'ai pu mettre nettement en relief et mesurer avec assez d'approximation, en ce qui concerne l'appareil de la vision, la quantité de lumière qui est employée à vaincre cette inertie et qui vient ainsi frapper l'œil en pure

([1]) Mon collègue, M. le professeur Audouard, qui m'a prêté son concours dans ces expériences, et moi, n'avons point noté, comme MM. Feltz et Ritter l'ont fait pour la fuchsine, la présence constante de l'albumine dans l'urine. Celle-ci s'y rencontre quelquefois, mais irrégulièrement.

perte. De plus, l'expérience répétée dans différentes conditions déterminées m'a donné des résultats importants au point de vue de la distinction des sensibilités lumineuse et chromatique, résultats qui confirment ceux qui sont énoncés dans mes Notes précédentes sur ce sujet.

» On fait facilement l'expérience avec l'appareil dont j'ai exposé le principe à l'Académie le 18 février 1878, et qui m'a déjà servi à graduer à volonté l'intensité d'une lumière donnée. Si, à l'aide de cet appareil, on augmente graduellement à partir de zéro l'intensité d'une lumière présentée à l'œil, la sensation lumineuse se produit pour un certain minimum déterminé. Mais, chose importante, l'œil est capable de percevoir une lumière encore plus faible que ce minimum; en effet, si, une fois la sensation produite, on affaiblit lentement la lumière qui lui avait donné naissance, cette lumière est encore perçue alors qu'elle a perdu une grande partie de son intensité. Il y a donc eu dans la production de la sensation lumineuse une certaine perte de lumière, employée à mettre en branle, si l'on peut ainsi parler, l'appareil visuel. On peut facilement apprécier cette perte de lumière en évaluant la différence entre la quantité de lumière qui a déterminé la sensation et celle pour laquelle la sensation déjà produite a cessé d'être possible.

» Dans les expériences faites sur un œil dans son état d'activité ordinaire, j'ai trouvé que cet œil pouvait encore percevoir une lumière réduite au tiers ou au quart de l'intensité minimum pour laquelle la sensation lumineuse s'était produite tout d'abord.

» Mais, si l'on vient à faire séjourner l'œil dans l'obscurité pendant cinq minutes ou davantage, cette différence s'exagère dans des proportions très-considérables, si bien qu'on peut, sous l'influence d'un repos suffisant, arriver à percevoir, en dernière analyse, une lumière cinquante ou cent fois plus faible que la lumière minimum capable de faire naître la sensation initiale.

» Cette différence capitale entre l'inertie d'un œil reposé dans l'obscurité et celle de l'œil actif a lieu, *en ce qui concerne la production de la sensation purement lumineuse,* sous l'influence de lumières colorées, monochromatiques ou autres, aussi bien que pour une lumière blanche quelconque.

» En ce qui concerne maintenant la sensation de couleur, qui se produit sous l'influence d'une excitation chromatique un peu plus intense, on décèle facilement encore la perte d'une certaine quantité de lumière pour la mise en jeu de ce mode de sensibilité.

» Mais, si l'on étudie cette inertie de l'appareil de la sensibilité chromatique dans les deux conditions précédentes, d'abord dans un œil à l'état ordinaire, d'autre part après le séjour de cet œil dans l'obscurité, on ne constate plus de différence appréciable, à l'encontre de ce qui se passe pour la sensibilité lumineuse.

» Ce fait assez curieux vient donc confirmer la distinction que mes précédentes expériences (les premières ont été faites avec la collaboration de M. Landolt) ont établie entre la sensibilité lumineuse et la sensibilité aux couleurs. L'ensemble de tous ces faits concourt à renverser l'opinion courante qui considère la sensation de lumière blanche comme résultant de la production simultanée de plusieurs sensations de couleur de nature déterminée et comme étant, en somme, une sensation chromatique complexe; il montre, au contraire, que la sensation de lumière est tout à fait indépendante de la sensation de couleur, et qu'elle est une réaction plus simple de l'appareil visuel.

» Quant à l'augmentation de l'inertie propre à l'appareil de la sensibilité lumineuse sous l'influence du séjour dans l'obscurité, je la rapprocherai des faits du même ordre que j'ai montrés se produisant sous cette influence, tels que l'augmentation de la sensibilité lumineuse et le ton blanchâtre qui s'ajoute dans ces conditions à une couleur saturée.

» Ce nouveau fait se prête, du reste, à la même interprétation que les précédents : M. Plateau a montré depuis longtemps que la rétine emmagasine d'abord une certaine quantité de lumière avant de l'utiliser; s'il est vrai que la sensation lumineuse soit liée à l'action de la lumière sur le rouge de la rétine, il n'y a rien d'étonnant à ce que, la proportion de cette substance augmentant dans l'obscurité, l'absorption de lumière précédant la sensation soit alors plus considérable. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la phosphorescence de la viande de homard.* Note de MM. C. Bancel et C. Husson. (Extrait.)

« .... La première altération observée sur la viande des animaux marins est la formation d'une substance gélatineuse, et c'est à ce moment qu'apparaît la phosphorescence.

» L'examen montre alors, au microscope, deux espèces de germes : à la surface, des cellules qui déterminent sans doute cette sorte de fermentation muqueuse; dans le mucus, des bactéries infiniment petites.

» Les premières, d'un jaune roux, sont aérobies, et il nous paraît démontré que ces cellules agissent comme les plantes, c'est-à-dire que, pendant le jour, elles décomposent l'acide carbonique de l'air, en fixant le carbone et en mettant en liberté l'oxygène, qui reste en dissolution dans le liquide.

» Si ce liquide renferme un germe anaérobie, celui-ci est arrêté dans son développement; il est anesthésié, en quelque sorte. Mais, la nuit, la cellule dégageant, au contraire, de l'acide carbonique, le germe vit alors, et les conséquences de cette vie sont la destruction des matières qui l'entourent, avec condensation d'oxygène d'une part, et d'autre part, production d'hydrogènes carboné et phosphoré, quand le milieu où le germe se développe renferme des substances phosphatées.

» Lorsqu'on songe à la puissance oxydante des ferments, on peut admettre que ces produits hydrogénés sont brûlés au fur et à mesure qu'ils se forment. Ainsi se trouve expliquée la phosphorescence.

» Tous les faits que nous avons observés prouvent que la phosphorescence du homard est due à une fermentation analogue. Ce qui le confirme encore, c'est que le ferment de la phosphorescence est détruit par le ferment putride, de la même manière que les vibrions de la putréfaction étouffent les bactéries du charbon. »

M. **Mége-Mouriès** adresse une Note sur les propriétés du sel marin, comparées à celles de l'eau de mer.

Suivant l'auteur, le chlorure de sodium, extrait de l'eau de mer par l'évaporation au feu et par des cristallisations successives, est réduit à jouer, dans notre alimentation, le rôle d'un condiment. Il y aurait avantage à éliminer simplement de l'eau de mer les chlorures déliquescents et à évaporer ensuite dans le vide : on conserverait ainsi les principes organiques, dont les propriétés nutritives ou hygiéniques lui paraissent incontestables.

M. E. **Nasse** adresse, d'Épernay, une Note sur une pluie *liquide* qui a couvert d'une couche épaisse de glace la surface de la terre.

Cette sorte de verglas ne peut être attribuée à la basse température des corps solides que l'eau venait couvrir, car on a pu observer une croûte épaisse se formant progressivement sur les parapluies, sur les vêtements de personnes qui sortaient d'appartements chauffés. Pour expliquer le phénomène, il faut admettre que les gouttes d'eau étaient, avant la chute, à l'état de *surfusion*, à une température inférieure à zéro. La rencontre des

corps solides devait en déterminer la solidification, au moment même où elle se répandait en couche mince à la surface de ces corps.

M. C. Decharme adresse, d'Angers, une Note sur le même phénomène, observé les 22 et 23 janvier.

L'épaisseur de la glace formée sur les arbres, sur les fils métalliques et sur tous les objets extérieurs, a atteint 2 centimètres; certaines feuilles d'arbustes étaient chargées d'un poids de glace égal à cinquante fois leur propre poids. Un grand nombre de branches d'arbres se sont brisées, lorsque le commencement du dégel est venu interrompre la continuité entre la couche de glace qu'elles portaient et celle qui couvrait les branches plus grosses.

M. L. Hugo adresse des « Observations sur l'interprétation de M. *Appell,* relative aux valeurs imaginaires du temps ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1878.

(suite.)

Recherches sur la résistance des fluides; par M. A. Pénaud. Meulan, impr. A. Masson, 1878; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris.*)

Isaac Pereire. *La question religieuse.* Paris, C. Motteroz, 1878; br. in-8°.

Enseignement de la Gymnastique dans l'Université. Paris, Impr. nationale, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 11ª, novembre 1878. Palermo, tipogr. Lao, 1878; in-4°.

Cenni geologici sul territorio dell' antico distretto di Oggiono. Memoria dai fratelli Ant.-E.-Gio. Batta-Villa. Milano, tip. degli Ingegneri, 1878; in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1876 all' ottobre 1877; t. III, serie quinta, disp. 8ª, 9ª, 10ª. Venezia, 1876-77; 3 livr. in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1877 *all' ottobre* 1878; t. IV, disp. 1[a], 2[a], 3[a], 4[a], 5[a], 6[a], 7[a], 8[a], 9[a]. Venezia, 1877-78; 9 livr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JANVIER 1879.

Projet de loi sur la police sanitaire des animaux, présenté, au nom de M. le maréchal de Mac-Mahon, duc de Magenta, par M. TEISSERENC DE BORT, *Ministre de l'Agriculture et du Commerce.* Imprimerie du Sénat, 1878; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

A. SANSON. *L'état actuel de la Zootechnie.* Versailles, imp. Cerf, 1878; br. in-8°. (Extrait de *la Philosophie positive.*) (Présenté par M. Bouley.)

Note sur une des causes de la lithiase urique et oxalique chez les enfants du premier âge; diagnostic et traitement; par le D[r] A. ROBIN. Clichy, impr. P. Dupont, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Thérapeutique.*) (Présenté par M. Bouley.)

Nouveau mode de propagation de la fièvre paludéenne; par le D[r] LECADRE. Paris, impr. Chaix, 1878; br. in-8°.

L'année 1877 *au Havre; par le* D[r] LECADRE. Paris, Baillière et fils, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours de Statistique de l'année 1879.)

Recherches sur la quercite; par L. PRUNIER. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°. (Adressé au Concours Jecker de l'année 1879.)

Étude sur l'hygiène oculaire au Lycée de Lyon; par le D[r] H. DOR. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

De l'évolution historique du sens des couleurs. Réfutation des théories de Gladstone et de Magnus; par le D[r] H. DOR. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°.

Histoire naturelle des Merles; mœurs et chasse des espèces qui fréquentent les environs de Paris; par XAVIER RASPAIL. Paris, 14, rue du Temple, 1878; br. in-8°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; année 1877, XXXIX[e] volume. Dijon, impr. Darantière, 1878; in-8°.

Société archéologique de Bordeaux; t. IV, 3[e] fascicule, octobre 1877. Bordeaux, Lefebvre et Cadoret, 1877; in-8°.

Manuel pratique de l'exploration de la poitrine chez les animaux domes-

tiques; percussion, auscultation, pnéographie; par M. F. SAINT-CYR. Paris, Asselin et Cie, 1879; in-18. (Présenté par M. Bouley.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. V, 2e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Giornale della Societa di letture e conversazioni scientifiche di Genova; anno I, fasc. 1-12; anno II, fasc. 1-10. Genova, tipogr. Sambolino, 1877-1878; 22 livr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JANVIER 1879.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; 1879, 46e année. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1878; in-18.

Guide pratique des fabricants de sucre; par F. LEURS. Lille, impr. L. Danel, 1879; in-8°.

Notice chronologique sur la carrière et les travaux scientifiques de M. DAUSSE. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-4°.

A. BRACONNIER. *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle. Ouvrage publié sous les auspices du Conseil général.* Saint-Nicolas et Nancy, imp. N. Collin, 1879; in-18, avec 4 photographies détachées.

Sur une loi de la persistance des impressions dans l'œil; par M. J. PLATEAU. Bruxelles, F. Hayez, 1878; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1878, décembre. Paris, Dunod, 1879, in-8°.

Annales agronomiques; par P.-P. DEHÉRAIN, t. IV, 4e fascicule, décembre 1878. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Note sur la géographie botanique de la Bresse et Remarques sur la végétation de la Limagne d'Auvergne; par M. le Dr SAINT-LAGER. Lyon, Assoc. typogr. C. Riotor, s. date; br. in-8°.

Séance solennelle de rentrée de l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Alger; 28 novembre 1878. Alger, impr. Gojosso, 1878; br. in-8°.

Les moulins à farine à l'Exposition universelle internationale de 1878; *par* ARMENGAUD aîné. Paris, Armengaud aîné, 1878; br. in-8°. (Extrait du XXVe vol. de la *Publication industrielle des machines, outils et appareils.*)

On bicircular quartics. — On cyclides and sphero-quartics. — On a new form of tangential equation. — On the equation of the squares of the diffe-

rences of a biquadratic. — On sphero-conics, confocal surfaces and lines of curvature. — On M' Cullagh's property of a self-conjugate triangle, and sir W. Hamilton's law of force for a body describing a conic section. — On coaxial circles. — Tetrahedra and hyperboloids. — On a reciprocal relation between the equations of a system of four circles and the equations of a system of four other circles tangential to them. — On Dr Hart's sir William Hamilton's and other properties of the « six points circle » of a plane triangle. — Properties of the eight circles which are tangential to three given circles. — Geometrical properties of the motion of a particle under the action of gravity describing a vertical circle; by JOHN CASEY. Dublin; 11 br. in-4° et in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JANVIER 1879.

Atlas de la production de la richesse; par MENIER. Paris, E. Plon, 1878; in-4° relié.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXV, 2e Partie; t. XXVI, 1re Partie. Genève, Cherbuliez et H. George, 1878; 2 vol. in-4°.

Étude microscopique des verres résultant de la fusion des cendres de graminées; par CH. VÉLAIN. Meulan, impr. de la Société minéralogique de France, 1879; br. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1877 pour Genève et le Grand Saint-Bernard; par E. PLANTAMOUR. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1878; in-8°.

Actes du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen; par G. PENNETIER. IV. Rouen, J. Lecerf, 1878; in-8°.

Les travaux publics du vingtième siècle; par A. DUVEAU. Chateaubriand, impr. Drouard-Frémont, 1879; in-8°.

Statistique de la vie humaine avant 1789; par V. DE SAINT-GENIS. Fontainebleau, typogr. A. Pougé, 1879; in-4°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1879.)

Sur une nouvelle application de l'énergie potentielle des surfaces liquides; par G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, F. Hayez, 1878; br. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire de Zi-ka-Wei, près Chang-Haï (Chine), 1878, n° 48, 5e année, août 1878. Zi-ka-Wei, 1878; in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, nos 17 à 23, du 17 au 23 janvier 1879. Paris; 7 livr. in-4° autogr.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Remarques sur la troisième Réponse de M.* Pasteur; par M. **Berthelot.**

« Dans la nouvelle Note de notre savant confrère, je relèverai seulement la partie scientifique, toute controverse sur les mérites comparés de l'induction et de l'hypothèse et sur nos droits respectifs d'y recourir étant sans intérêt pour l'Académie. Je rappellerai cependant, afin de justifier ma qualité dans le débat, que mon éminent ami m'avait sommé de produire mon opinion sur les questions mêmes pour lesquelles il récuse aujourd'hui ma compétence. Mais passons, et bornons-nous à résumer la discussion, de façon à marquer les points acquis et ceux qui réclament un nouvel éclaircissement.

» 1° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que le sucre cède à la levûre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments.

» 2° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que la levûre se développe en prenant au sucre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments. Au contraire, elle paraît prendre de l'hydrogène de préférence, ce qui est le contre-pied des affirmations de M. Pasteur.

» 3° Par conséquent, aucun fait positif ne prouve que la métamor-

phose chimique du sucre soit corrélative d'un mode exceptionnel de nutrition des êtres microscopiques, ce mode étant tel qu'ils enlèvent au sucre de l'oxygène combiné à défaut d'oxygène libre.

» 4° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que la fermentation alcoolique ait pour condition essentielle l'absence de l'oxygène libre. Au contraire, l'expérience prouve que la fermentation alcoolique s'accomplit très-bien en présence de l'oxygène libre.

» 5° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que le sucre fermente « toutes les fois qu'il y a vie sans air ». Au contraire, l'observation courante prouve que le sucre circule sans altération à travers les cellules et tissus végétaux vivants, dans des milieux absolument privés d'oxygène libre.

» 6° Par conséquent, aucun fait positif ne prouve qu'il y ait en général coïncidence, et *a fortiori* corrélation, soit entre la vie sans air et la fermentation, soit entre la fermentation et la vie sans air.

» C'est donc une assertion gratuite que de supposer en général que « le » premier principe d'action de l'organisme microscopique sur la matière fer» mentescible... » doive « résider dans son affinité pour l'oxygène ». *A priori*, on peut imaginer qu'il y a des cas de ce genre; on peut imaginer encore des cas contraires, aussi bien que des cas étrangers à cette double vue systématique; mais rien n'est prouvé à cet égard.

» Le doute relatif à l'existence réelle d'êtres organisés doués de la propriété de prendre l'oxygène combiné au sucre, en vertu d'une affinité spéciale, est d'autant autorisé, que *nous ne connaissons aucun principe immédiat formé de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, qui puisse enlever à froid l'oxygène au sucre*. Il s'agit donc d'une propriété exceptionnelle, contraire aux analogies chimiques, et qui réclamerait dès lors les démonstrations expérimentales les plus péremptoires pour être admise : or, M. Pasteur n'a fourni, je le répète, aucune preuve pour l'établir.

» Une seule assertion nouvelle, produite dans la dernière Note de notre savant confrère, mérite de nous arrêter. Il suppose que « l'être anaérobie » fait la chaleur dont il a besoin en décomposant une matière fermentes» cible susceptible de dégager de la chaleur par sa décomposition ». C'est encore là une affirmation sans preuves, et même sans probabilités, comme je vais l'établir.

» La question est grave et délicate; elle réclame quelques développements.

» Que les fermentations dégagent de la chaleur, le fait est vulgaire de-

puis bien des siècles. J'ai moi-même, il y a une quinzaine d'années, pendant mes études sur les réactions endothermiques et exothermiques, appelé l'attention sur cette circonstance et sur sa nécessité théorique dans les fermentations, comme dans toutes les réactions développées sans le concours d'une énergie étrangère. Loin d'être exceptionnelle, c'est au contraire une condition fondamentale qui doit se retrouver dans la plupart des phénomènes de digestion et de nutrition des êtres vivants, sauf les réactions pour lesquelles intervient l'énergie de la lumière ou celle de l'électricité atmosphérique; elle doit servir de contrôle aux équations par lesquelles on représente l'assimilation des aliments au sein des tissus organisés.

» Ainsi le cycle des transformations chimiques qui se produisent au sein des êtres vivants répond, en général, à un dégagement de chaleur, non-seulement dans le cas des oxydations, mais aussi dans le cas des hydratations et des dédoublements : l'importance de cette seconde source thermique pour l'étude de la chaleur animale avait été longtemps méconnue, ou tout au plus vaguement entrevue; je l'ai mise en évidence, depuis 1865, par des calculs et des observations précises, relatifs aux amides, aux éthers, aux sucres, aux corps gras neutres, etc.

» Or le développement des êtres anaérobies aurait lieu seulement en vertu de la seconde classe de réactions; il s'agit de savoir s'il ne se suffit pas à lui-même, sans le concours d'une fermentation simultanée. Par exemple, dans le cas de la fermentation alcoolique, la chaleur résulte de la métamorphose chimique du sucre. Maintenant, quelque fraction de la chaleur produite par la transformation chimique du sucre en alcool et en acide carbonique est-elle réellement absorbée pendant le développement simultané de la levûre, de façon à devenir la source de l'énergie consommée dans ce développement? Il y a là une question préalable, qui fait tout l'intérêt de la discussion, et que M. Pasteur semble ne pas soupçonner.

» Précisons cette question, en nous conformant à la marche correcte des raisonnements thermochimiques rigoureux. Un certain poids de sucre est donné et mis en présence d'un certain poids de levûre : voilà l'état initial. De certains poids d'alcool, d'acide carbonique, etc., et de levûre sont produits : voilà l'état final. Les relations de poids qui existent entre ces diverses matières, aussi bien que les quantités de chaleur dégagées, sont indépendantes de toute hypothèse relative à la nature et à la connexion des transformations intermédiaires. Or, dans la métamorphose accomplie, le poids primitif du sucre peut être partagé en deux portions : la principale

a fourni ses éléments à l'alcool et à l'acide carbonique, dont les poids réunis la représentent sensiblement; cette réaction dégage de la chaleur; d'autre part, une faible portion du sucre a cédé quelques-uns de ses éléments à la levûre, en vertu de réactions mal connues. Ces réactions mal connues absorbent-elles de la chaleur, empruntée à celle que développe la métamorphose simultanée du sucre, laquelle serait ainsi la source de la chaleur dont l'être anaérobie a besoin? ou bien dégagent-elles elles-mêmes de la chaleur, qui vient, au contraire, s'ajouter à la précédente; auquel cas la nutrition des êtres anaérobies n'aurait rien qui la distingue, sous le rapport thermique, de celle des êtres aérobies? C'est ce que l'état présent de la science ne permet pas de décider.

» L'assertion de M. Pasteur est donc sans preuves.

» J'ajouterai qu'elle est contraire aux probabilités, c'est-à-dire aux données qui ont cours aujourd'hui dans la Chimie physiologique. En effet, la levûre, en se développant, donne naissance à trois groupes de principes immédiats, savoir : la cellulose, les matières grasses et les substances albuminoïdes. Évaluons la chaleur mise en jeu par la transformation du sucre en ces divers principes.

» La chaleur de combustion de 1 gramme de sucre de raisin pouvant être évaluée, d'après les observations, à un chiffre voisin de 3960 calories, le calcul montre que :

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en cellulose, dégagerait environ 706 calories, d'après la chaleur de combustion de la cellulose, mesurée par M. Scheurer-Kestner;

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en matière grasse, avec production d'eau et d'acide carbonique ([1]), dégagerait environ 823 calories, d'après la chaleur de combustion de l'huile d'olive, mesurée par Dulong; on aurait un chiffre notablement plus fort, d'après la chaleur de combustion de la graisse de bœuf, mesurée par M. Frankland. La formation des matières grasses ne porte d'ailleurs que sur une dose fort petite de matière;

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en albumine, eau et acide carbonique ([2]), avec le concours d'un sel d'ammoniaque à acide

---

([1]) 1 gramme de sucre de raisin renferme les éléments nécessaires pour former 0,318 d'oléine, 0,420 d'acide carbonique et 0,262 d'eau; ces nombres étant complétement déterminés par la seule connaissance de la composition centésimale des corps, dans l'hypothèse d'une transformation qui ne donne naissance à aucun autre produit.

([2]) 1 gramme de sucre de raisin exigerait 0,133 d'ammoniaque et donnerait naissance

organique, dégagerait environ 871 calories, d'après la chaleur de combustion de l'albumine, mesurée par M. Frankland.

» On voit que toutes ces quantités de chaleur sont positives et considérables. Sans nous arrêter plus qu'il ne convient à leurs valeurs absolues, à cause de l'état d'imperfection de nos connaissances sur les équations chimiques véritables qui président aux transformations effectuées pendant la nutrition, peut-être sera-t-il permis de penser que les chiffres précédents indiquent au moins le sens des réactions réelles. Il n'est donc pas probable que le développement vital de la levûre aux dépens du sucre exige l'intervention d'une énergie étrangère, empruntée à la métamorphose simultanée d'une autre portion du sucre en alcool et acide carbonique.

» Ainsi nous n'avons affaire qu'à de pures imaginations dans toute cette Physiologie nouvelle, que M. Pasteur déclare aujourd'hui avoir inaugurée (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 135, au milieu; 27 janvier 1879), après avoir assuré avec plus de vérité, il y a quelques semaines (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1055, au bas; 30 décembre 1878), qu'il ne la connaissait nullement. Quoi qu'il en soit, la discussion actuelle me semble épuisée, car toutes les données scientifiques du problème ont été abordées. Puisse-t-elle avoir eu pour résultat utile de poser nettement les questions, ce qui constitue le commencement de leur solution!

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable* (¹); par M. F. **Tisserand**.

« VI. *Recherche de* $Q^{(2n+1)}_{1,0}$. — Je vais commencer par donner une relation générale entre quelques-unes des quantités $Q^{(m+1)}$, $Q^{(m)}$ et $Q^{(m-1)}$; je par-

---

à 0,706 d'albumine, 0,073 d'acide carbonique et 0,354 d'eau; ces nombres étant complétement déterminés par les mêmes conditions que les précédents.

Le calcul thermique établi sur ces données indique un dégagement de 964 calories; il convient d'en retrancher 93, pour tenir compte de l'état initial de l'ammoniaque, qui n'est pas libre, mais unie avec un acide organique. Dans ces calculs, le sucre est supposé solide et l'acide carbonique gazeux; mais l'état de dissolution de ces deux corps accroîtrait encore la chaleur dégagée, soit de 65 calories dans le cas des corps gras, et de 19 calories dans le cas des albuminoïdes.

(¹) Voir les *Comptes rendus* des séances des 20 et 27 janvier.

tirai de la formule

$$2\cos V \cos mV = \cos(m+1)V + \cos(m-1)V,$$

qui peut s'écrire

$$(2\mu\cos x + 2\nu\cos y)\Sigma Q_{i,j}^{(m)}\cos ix \cos jy = \Sigma(Q_{i,j}^{(m+1)} + Q_{i,j}^{(m-1)})\cos ix \cos jy;$$

on en déduit, en égalant de part et d'autre les coefficients de $\cos ix \cos jx$, la relation cherchée

$$(41)\qquad Q_{i,j}^{(m+1)} + Q_{i,j}^{(m-1)} = \mu(Q_{i-1,j}^{(m)} + Q_{i+1,j}^{(m)}) + \nu(Q_{i,j-1}^{(m)} + Q_{i,j+1}^{(m)});$$

on en tire, en faisant $i = j = 0$, $m = 2n + 1$,

$$(42)\qquad 2(\mu Q_{1,0}^{(2n+1)} + \nu Q_{0,1}^{(2n+1)}) = Q_{0,0}^{(2n+2)} + Q_{0,0}^{(2n)}.$$

On peut remplacer $Q_{0,0}^{(2n+2)}$ et $Q_{0,0}^{(2n)}$ par leurs expressions générales tirées de la formule (35), et l'on trouve, après quelques réductions faciles,

$$(43)\left\{\begin{aligned}&\mu Q_{1,0}^{(2n+1)} + \nu Q_{0,1}^{(n+1)}\\ &= (2n+1)\mu\nu\Big\{-1 + 9\frac{n(n+1)}{1.2.3}\mu\nu - 100\frac{n(n^2-1^2)}{1.2.3.4.5}(n+2)\mu^2\nu^2\\ &\qquad + 1225\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)}{1.2.3.4.5.6.7}\mu^3\nu^3\ldots\\ &\qquad + (-1)^{j-1}\left[\frac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2\\ &\qquad\times\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{1.2.3\ldots(2j+1)}(n+j)(\mu\nu)^j+\ldots\Big\}.\end{aligned}\right.$$

» Il nous suffira maintenant de trouver une autre relation entre $Q_{1,0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$. Partons de la formule

$$\begin{aligned}&\cos(2n+1)V\\ &= (-1)^n\frac{2n+1}{2}\left[\frac{(2\cos V)}{1} - n(n+1)\frac{(2\cos V)^3}{1.2.3} + n(n^2-1^2)(n+2)\frac{(2\cos V)^5}{1.2\ldots5}\right.\\ &\qquad\left. - n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)\frac{(2\cos V)^7}{1.2\ldots7} + \cdots\right].\end{aligned}$$

» On trouve aisément que le terme en $\cos x$ provenant du développe-

ment de $\frac{(2\cos V)^{2i+1}}{1.2\ldots(2i+1)}$ peut être représenté par $2\mu L_{2i+1}$, en posant

$$(44)\qquad L_{2i+1}=\sum\frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{(T_\alpha T_\beta)^2(\alpha+1)},$$

où $\alpha+\beta=i$.

» On aura donc

$$2Q_{1,0}^{(2n+1)}=(-1)^n(2n+1)\mu\,[1-n(n+1)L_3+n(n^2-1^2)(n+2)L_5 \\ -n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)L_7+\ldots],$$

et l'on en déduit, en représentant par L'_{2i+1} ce que devient L_{2i+1} quand on y permute μ et ν, c'est-à-dire en posant

$$(45)\qquad L'_{2i+1}=\sum\frac{\nu^{2\alpha}\mu^{2\beta}}{(T_\alpha T_\beta)^2(\alpha+1)},$$

$$(46)\quad\left\{\begin{aligned}&2[\nu Q_{1,0}^{(2n+1)}-\mu Q_{0,1}^{(2n+1)}]\\&=(-1)^{n-1}(2n+1)\mu\nu n[(n+1)(L_3-L'_3)-(n^2-1^2)(n+2)(L_5-L'_5)\\&\qquad+(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)(L_7-L_7)-\ldots].\end{aligned}\right.$$

» Les différences $L_3-L'_3$, $L_5-L'_5$, ... admettent évidemment le facteur $\nu^2-\mu^2=(\nu-\mu)(\nu+\mu)$, ou bien, à cause de $\mu+\nu=1$, le facteur $\nu-\mu$; je suis arrivé à prouver que

$$L_3-L'_3=(\nu-\mu)\frac{K_2}{2},$$

$$L_5-L'_5=(\nu-\mu)\frac{K_4}{3},$$

. . . .

et, en général,

$$L_{2i+1}-L'_{2i+1}=(\nu-\mu)\frac{K_{2i}}{i+1}.$$

La formule (46) deviendra donc

$$2(\nu Q_{1,0}^{(2n+1)}-\mu Q_{0,1}^{(2n+1)}) \\ =(-1)^{n-1}(2n+1)n\mu\nu(\nu-\mu)\Big[\frac{n+1}{2}K_2-(n^2-1^2)\frac{(n+2)}{3}K_4 \\ +(n^2-1^2)(n^2-2^2)\frac{(n+3)}{4}K_6\Big]-\ldots,$$

où les quantités K doivent être remplacées par leurs valeurs, tirées de la formule (38).

» On arrive ainsi à cette expression générale :

$$(47)\quad \left\{ \begin{aligned} & 2\left(\nu Q_{1,0}^{(2n+1)} - \mu Q_{0,1}^{(2n+1)}\right) \\ & \quad = (2n+1)\mu\nu(\nu-\mu) \\ & \quad \times \Big\{ 1 - 2(n-1)(n+2)\mu\nu + \tfrac{5}{4}(n-1)(n^2-2^2)(n+3)\mu^2\nu^2 - \ldots \\ & \qquad + (-1)^j \left[\frac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2 \frac{(n-1)(n^2-2^2)(n^2-3^2)\ldots(n^2-j^2)(n+j+1)}{1.2\ldots(2j+1)} \frac{2j+2}{j+2}(\mu\nu)^j + \ldots \end{aligned} \right.$$

» Les formules (43) et (47) nous serviront à déterminer $Q_{1,0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$, mais il n'est pas nécessaire de résoudre ces deux formules par rapport à $Q_{1,0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$; on peut, en effet, remplacer les équations (22) et (23) par les suivantes, qui leur sont équivalentes :

$$(48)\quad \left\{ \begin{aligned} \mu P_{1,0} + \nu P_{0,1} &= A^{(1)}\left(\mu Q_{1,0}^{(1)} + \nu Q_{0,1}^{(1)}\right) + A^{(3)}\left(\mu Q_{1,0}^{(3)} + \nu Q_{0,1}^{(3)}\right) + \ldots, \\ 2\nu P_{1,0} - 2\mu P_{0,1} &= A^{(1)}\left[2\left(\nu Q_{1,0}^{(1)} - \mu Q_{0,1}^{(1)}\right)\right] + A^{(3)}\left[2\left(\nu Q_{1,0}^{(3)} - \mu Q_{0,1}^{(3)}\right)\right] + \ldots, \end{aligned} \right.$$

et l'on déterminera ainsi par les formules (46) et (47) les premiers membres des équations (48), d'où $P_{1,0}$ et $P_{0,1}$ résulteront immédiatement.

» Voici les premières valeurs à employer :

$$\begin{aligned} 8\left[\mu Q_{0,1}^{(3)} - \nu Q_{1,0}^{(3)}\right] &= 3\sin^2 J \cos J, \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(5)} - \nu Q_{1,0}^{(5)}\right] &= 5\sin^2 J \cos J\,(1 - 2\sin^2 J), \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(7)} - \nu Q_{1,0}^{(7)}\right] &= 7\sin^2 J \cos J\,(1 - 5\sin^2 J + \tfrac{75}{16}\sin^4 J), \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(7)} - \nu Q_{1,0}^{(9)}\right] &= 9\sin^2 J \cos J\,(1 - 9\sin^2 J + \tfrac{315}{16}\sin^4 J - \tfrac{49}{4}\sin^6 J), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(3)} + \mu Q_{1,0}^{(3)}\right] &= 3\sin^2 J\,(-1 + \tfrac{3}{4}\sin^2 J), \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(5)} + \mu Q_{1,0}^{(5)}\right] &= 5\sin^2 J\,(-1 + \tfrac{9}{4}\sin^2 J - \tfrac{5}{4}\sin^4 J), \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(9)} + \mu Q_{1,0}^{(7)}\right] &= 7\sin^2 J\,(-1 + \tfrac{9}{2}\sin^2 J - \tfrac{25}{4}\sin^4 J + \tfrac{175}{64}\sin^6 J), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Je remarquerai, en terminant, qu'on pourrait diriger le calcul des quantités $P_{i,j}$ d'une autre manière; on pourrait, en effet, calculer numériquement, et de proche en proche, les quantités $Q_{i,j}$ par la relation (41), puis les quantités P par la formule (9); les formules (35), (40) et (47) seraient employées de temps à autre pour contrôler les calculs numériques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fermentation de la cellulose.* Note de M. PH. VAN TIEGHEM.

« Le 18 mars 1850, Mitscherlich annonçait à l'Académie de Berlin que la cellulose fermente. L'expérience est fort simple. On met dans l'eau des tranches de pomme de terre. Après quelques jours, si les circonstances, et notamment la température, sont favorables, les cellules du parenchyme se désagrégent d'abord, puis se dénudent; la cellulose qui les unissait et les recouvrait a disparu; l'amidon est tombé au fond avec les débris du protoplasma. On filtre, et dans le liquide on introduit des tranches nouvelles; elles se désagrégent plus vite que les premières, et l'on peut recommencer souvent, car à chaque fois le ferment se multiplie. Le liquide actif ne contient trace d'aucun champignon, mais il est tout rempli de vibrions, et Mitscherlich ajoute : « Il se peut que ces vibrions soient, ici aussi, l'agent » du phénomène (1). »

» En 1865, au cours de ses recherches sur les laticifères, pendant qu'il isolait ces organes par la macération des tissus qui les renferment, M. Trécul a découvert autour et à l'intérieur de ces tubes, autour et à l'intérieur des cellules du parenchyme environnant, des corpuscules amylifères qu'il a nommés *Amylobacter* et dont il a distingué trois genres d'après leur forme, qui est en cylindre (*Amylobacter* vrai), en fuseau (*Clostridium*) ou en têtard (*Urocephalum*). Suivant lui, ces corps naissent, tous à la fois et spontanément, dans les laticifères et les cellules closes, par une transformation directe du protoplasma (2).

» Il y a près de deux ans (3), j'ai établi que, loin de constituer trois genres distincts, les Amylobacter de M. Trécul ne sont autre chose que l'un des états successifs d'une seule et même espèce appartenant au genre *Bacillus* de la famille des Bactéries, dont j'ai suivi le développement depuis une spore primitive jusqu'aux spores nouvelles, et que j'ai appelée *Bacillus Amylobacter*. Avant de parvenir à sa phase amylacée, pendant qu'il est encore en voie d'allongement et de division, ce Bacille peut pénétrer dans la cavité des cellules en en traversant la membrane; j'ai assisté à cette pénétration, qui ne surprendra personne tout à l'heure. Là, il continue d'a-

(1) *Monatsberichte der Berliner Akademie*, 18 mars 1850.

(2) *Comptes rendus*, 1865, t. LXI, p. 156 et 436. — *Ibid.*, 1867, t. LXV, p. 513.

(3) *Bulletin de la Société botanique*, séance du 23 mars 1877.

bord de s'allonger et de se diviser; puis les nombreux articles ainsi produits et isolés se chargent d'amidon, tous à la fois et par une nutrition indépendante; en sorte que, si, à l'exemple de M. Trécul, on ne les recherche que par les réactifs iodés, ils doivent paraître nés sur place, simultanément et spontanément. Du même coup, j'ai ainsi expliqué très-simplement les faits observés par M. Trécul, et écarté un argument en faveur de la génération spontanée auquel personne jusqu'alors n'avait répondu.

» En même temps, j'ai montré que ce Bacille est anaérobie et qu'il possède la propriété remarquable de dissoudre la cellulose et de la faire fermenter avec dégagement de gaz. Qui s'étonnera maintenant s'il perce çà et là la membrane d'une cellule pour aller poursuivre et terminer son développement dans sa cavité? L'Amylobacter est le ferment figuré de la cellulose. C'est lui le vibrion que Mitscherlich a vu pulluler dans le liquide et qu'avec raison il a supposé « devoir être, ici aussi, le principe actif ».

» Ainsi se sont trouvées rattachées l'une à l'autre, comme exprimant deux aspects différents d'un seul et même phénomène, l'expérience de Mitscherlich et l'observation de M. Trécul (¹).

» J'ai poursuivi ces recherches. Parmi les résultats nouveaux que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, il en est plusieurs qui, intéressant la définition même du sujet, doivent nous occuper tout d'abord.

» Toutes les membranes des cellules végétales sont-elles indifféremment attaquées par l'Amylobacter? En aucune façon. A vrai dire, je ne connais qu'un seul état où toutes les cellules de toutes les plantes aient leurs mem-

(¹) La cellulose étant une des substances les plus insolubles que l'on connaisse, ces premières recherches nous ont introduits dans un ordre général de phénomènes peu exploré jusque-là : la fermentation des matières insolubles produites par les êtres vivants. Question plus complexe encore que celle des fermentations ordinaires, puisque le ferment doit exécuter ici un double travail : transformer d'abord la matière insoluble en une substance soluble, en un mot la digérer, puis décomposer, faire fermenter cette substance soluble. L'Amylobacter, par exemple, digère d'abord la cellulose, comme l'embryon du Blé, ou mieux du Caféier et du Dattier, digère à la germination la cellulose accumulée pour lui dans l'albumen, mais ensuite il fait fermenter le principe soluble obtenu, ce que ne fait pas cet embryon, qui se l'assimile en entier. Jusqu'à quel point ces deux phases du phénomène, la digestion et la fermentation proprement dite, accomplies successivement par le même organisme, sont-elles distinctes dans le temps et peuvent-elles être isolées? Jusqu'à quel point la première peut-elle être rattachée à la sécrétion d'une diastase? Ce sont des questions sur lesquelles nous aurons à revenir plusieurs fois dans cette longue suite de recherches qui m'occupent activement. Tenons-nous-en aujourd'hui à la cellulose et à l'Amylobacter.

branes, si épaisses qu'elles puissent être, également dissoutes par lui : c'est l'état d'embryon. Dès que la plante, en se développant, a spécialisé et solidifié ses tissus, on y remarque de profondes différences. Pour les apprécier, la méthode la plus sûre est de placer dans l'eau en vase clos et à l'étuve, vers 30-35 degrés, le tissu à essayer, découpé en tranches minces, avec un fragment d'un tissu très-altérable quelconque et des spores d'Amylobacter. Celui-ci se développe toujours aux dépens du tissu altérable et pullule dans le liquide; mais, selon les cas, il désagrége ou laisse intact le tissu essayé. Pour éviter autant que possible l'intrusion dans ces cultures d'organismes différents apportés par l'eau, l'air, le vase ou les tissus, lesquels, en nuisant à l'Amylobacter, pourraient fausser le résultat, on utilise la propriété de résister à la température de 100 degrés que les spores d'Amylobacter partagent avec celles de quelques autres Bacilles; on les sème dans le liquide bouillant, qu'on laisse ensuite refroidir à la température de l'étuve. On y gagne à la fois en pureté et en rapidité.

» Par cette méthode, ce qui résiste, c'est d'abord toute membrane où, par les progrès de l'âge, la cellulose s'est transformée ou incrustée : cutifiée par exemple [cuticule (¹)], ou subérifiée (liége, périderme, endoderme), ou lignifiée (fibres et vaisseaux du bois, cellules scléreuses), ou minéralisée (cellules à membrane siliceuse ou calcaire). Cependant, quand elle est gélifiée (*Ascococcus*, *Nostoc*), la matière gélatineuse peut être dissoute et décomposée par l'Amylobacter. Ce qui résiste encore, ce sont plusieurs tissus où la cellulose s'est pourtant conservée pure, comme les fibres du liber (on extrait les fibres textiles par le rouissage, c'est-à-dire par l'action en grand des Amylobacter), comme les laticifères (on les sépare par la macération, qui est encore l'œuvre des Amylobacter), comme la moelle des tiges à partir d'un certain âge, etc. Ce qui est dissous, au contraire, dans une plante phanérogame aérienne, outre l'embryon, l'albumen et les jeunes extrémités des tiges et des racines qui disparaissent en entier, c'est le parenchyme séveux de l'écorce, de la moelle jeune, des feuilles, des fleurs et des fruits, ce sont les divers éléments du bois mou, du liber mou et du cambium, c'est le parenchyme de réserve des tubercules, rhizomes et bulbes, etc. Mais il n'en est plus de même dans les phanérogames aquatiques submergées; ici la cellulose de tous les éléments de la tige et des feuilles résiste aux Amylobacter, et c'est là, pour cette sorte de plantes, une nécessité

(¹) M. Brongniart a isolé la cuticule en faisant macérer des feuilles de chou, c'est-à-dire, on le sait maintenant, en les livrant en proie aux Amylobacter.

d'existence. Parmi les Cryptogames, il en est de même des Characées et des Algues, et l'Amylobacter, qui est une Algue, en donne un frappant exemple. La cellulose des Champignons demeure aussi le plus souvent inaltérée; cependant elle est dissoute dans les tissus de réserve des sclérotes. Celle des Mousses, des Sphaignes, des Hépatiques et des Lycopodes, celle des feuilles des Fougères, résistent, tandis que le parenchyme du rhizome des Fougères et de la tige des Prêles est dissous.

» Au point de vue de la digestibilité par l'Amylobacter, il y a donc, comme on voit, de grandes différences dans une même plante suivant les tissus, dans un même tissu suivant les plantes. Sous ce rapport, il y a cellulose et cellulose, comme M. Fremy l'a montré depuis longtemps par l'action de divers réactifs, auxquels il convient désormais d'ajouter l'Amylobacter. Par là, le sujet de ce travail se trouve mieux défini, restreint qu'il est maintenant à la cellulose digestible. Mais, en outre, il découle de ces résultats deux applications que je ne puis qu'indiquer ici : l'une physiologique, relative aux divers degrés de digestibilité de la cellulose des différents végétaux pour l'homme et pour les animaux, degrés dont l'Amylobacter donne peut-être la mesure; l'autre paléontologique, relative aux chances inégales de fossilisation dans l'eau que présentent les diverses plantes suivant leur nature, chances qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont d'autant plus grandes que la cellulose résiste mieux à l'Amylobacter et que l'eau est moins propre à leur développement.

» Quelle est maintenant l'action de ce bacille sur les matières insolubles qui sont contenues dans les cellules dont il a dissous la membrane? Prenons pour exemple une cellule de réserve placée dans l'eau à l'état de vie latente et renfermant des substances albuminoïdes insolubles avec de la matière grasse ou avec des grains d'amidon. L'Amylobacter ne touche ni aux grains d'amidon (on les extrait dans les féculeries par fermentation, c'est-à-dire après l'action des Amylobacter), ni à la matière grasse, ni aux substances albuminoïdes. Il laisse donc le corps de la cellule inaltéré dans sa forme et dans sa structure; il le dénude, et voilà tout [1].

---

[1] Mais ce que l'Amylobacter est impuissant à faire, d'autres êtres microscopiques ont pouvoir de l'accomplir, comme je le montrerai ultérieurement. Il y a un organisme qui dissout les grains d'amidon; un autre transforme et saponifie la matière grasse; un autre encore attaque et rend solubles les substances albuminoïdes : à chacun son œuvre, et il faut le concours simultané ou successif de ces quatre organismes pour venir à bout d'une cellule de réserve plongée dans l'eau à l'état de vie latente, si elle contient à la fois sous sa membrane de cellulose des substances albuminoïdes, de la matière grasse et des grains d'a-

» Dans les cultures d'Amylobacter, on ne peut donc pas, comme aliment carboné, substituer à la cellulose l'amidon en grains, ni la matière grasse, et il faudra également fournir l'aliment azoté à l'état de dissolution. Mais l'amidon soluble convient parfaitement; en y ajoutant des nitrates et des sels minéraux, on réalise un milieu artificiel où l'Amylobacter se développe aux dépens de l'amidon, qu'il fait fermenter avec dégagement de gaz. On obtient le même résultat avec la dextrine, le glucose et le sucre de canne. A vrai dire, l'Amylobacter transforme d'abord l'amidon soluble en dextrine et la dextrine en glucose; il intervertit d'abord le sucre de canne par une diastase qui agit en dehors de lui : c'est toujours, en définitive, le glucose qui fermente. Il en est de même quand c'est la cellulose qui fournit à l'Amylobacter son aliment carboné; elle est d'abord amenée à l'état de dextrine, puis de glucose, et c'est encore en réalité le glucose qui fermente. Les produits de cette fermentation spéciale et nouvelle du glucose par le *Bacillus Amylobacter*, où se ramènent, comme on voit, celles de la cellulose, de l'amidon soluble, de la dextrine et du sucre de canne, feront l'objet d'un travail spécial. Disons seulement qu'il s'y dégage de l'acide carbonique et qu'il s'y produit un acide qu'il faut neutraliser par le carbonate de chaux au fur et à mesure qu'il se forme, sous peine de voir l'acidité croissante du milieu empêcher bientôt le développement de l'Amylobacter.

» Dans une pareille fermentation de glucose en train, si l'on introduit quelques tranches minces d'un organe très-altérable, d'un radis par exemple, le résultat est assez surprenant. Tant qu'il y a du sucre, les tranches de radis ne sont pas attaquées. Elles, si altérables dans l'eau pure, peuvent se conserver intactes, plusieurs semaines durant, au sein d'un liquide où pullulent les Amylobacter, si dans ce liquide on a mis beaucoup de sucre et si la fermentation est lente. Mais, attend-on la fin ou vient-on à un moment quelconque à enlever le liquide sucré et à le remplacer par de l'eau ordinaire, elles disparaissent en quelques heures. En présence de ces deux matières, le sucre et la cellulose, l'Amylobacter, puisant sa nourriture à la source la plus accessible, ne s'attaque d'abord

midon. Entre ces quatre êtres, il y a donc, au moins en ce qui concerne la première phase de leur action sur ces quatre sortes de substances, une spécialisation, une division du travail analogue à celle que l'on observe le long du tube digestif d'un animal supérieur. Encore ne sait-on rien, chez les animaux supérieurs, sur le mécanisme de la digestion de la cellulose, ni sur la région du tube digestif où elle s'opère et qui correspond aux Amylobacter; on voit par ce qui précède que ce que l'on connaît à cet égard au sujet de l'amidon ne peut pas être étendu purement et simplement à la cellulose.

qu'au sucre. Celui-ci épuisé, il porte son effort sur la cellulose, qui exige plus de travail.

» Cette expérience va nous permettre de décider si l'Amylobacter agit sur la cellulose par l'intermédiaire d'une diastase qu'il formerait en excès et répandrait au dehors, car, s'il en est ainsi, cette diastase de cellulose se formera tout aussi bien quand le ferment vit et se développe dans le glucose, de même que la diastase inversive se produit tout aussi bien dans ces conditions, bien qu'il n'y ait pas de sucre à intervertir; elle s'accumulera même dans le liquide, s'y trouvant sans emploi. De fines tranches de radis plongées dans une fermentation de glucose, en train depuis plusieurs jours, devront donc disparaître, ou tout au moins offrir au microscope quelque marque de dissolution. On vient de voir qu'il n'en est rien.

» Il ne paraît donc pas qu'il y ait une diastase de cellulose formée en excès par l'Amylobacter et agissant à distance en dehors de lui. Comme le montrent d'ailleurs les observations microscopiques, c'est au contact direct de l'Amylobacter avec la cellulose que se produit l'action dissolvante du premier corps sur le second. Si l'hypothèse d'une diastase s'offre naturellement à l'esprit pour expliquer cette première phase de la fermentation de la cellulose et en général des matières insolubles produites par les êtres vivants, il faut convenir que, dans ces conditions, elle est difficilement vérifiable. »

GÉODÉSIE. — *Sur la construction de la règle géodésique internationale;* par MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **E. Mascart.**

« L'Association géodésique internationale a bien voulu confier à l'un de nous la mission de faire fabriquer en platine iridié la règle géodésique internationale; nous avons cru répondre à cette confiance par un travail complet sur les propriétés physiques et chimiques de la règle et par la recherche d'une méthode capable d'en déterminer la permanence ou la variation avec le temps.

» Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie une partie des résultats de ce travail (1).

» La règle géodésique a été préparée par MM. Johnston, Matthey, de Londres, avec du platine et de l'iridium purs. Les métaux ont été fondus

(1) Le Mémoire complet est en voie de publication dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (numéros de janvier et février 1879, t. VIII. Paris, Gauthier-Villars).

ensemble un grand nombre de fois. L'homogénéité parfaite du lingot a été constatée par des déterminations nombreuses de densité et des analyses dont les résultats ont toujours été concordants, sur quelque point de sa masse qu'aient été prélevés les échantillons.

» La densité a été déterminée sur deux échantillons dont l'un était un lingot pris dans la masse fondue et l'autre une masse parallélépipédique qui avait été recuite après le travail. On a ainsi obtenu pour la densité du métal à zéro, par rapport à l'eau à 4 degrés, les nombres

21,508,
20,516.

» La matière recuite à très-haute température a donc repris sensiblement la densité du métal fondu.

» L'analyse, faite sur deux échantillons pris aux deux extrémités de la règle, a donné :

	I.	II.
Platine	89,40	89,42
Iridium	10,16	10,22
Rhodium	0,18	0,16
Ruthénium	0,10	0,10
Fer	0,06	0,06
	99,90	99,96

» On en déduit :

	Proportions.	Densité à zéro.	Volume.
Platine iridié à 10 pour 100	99,33	21,575	4,603
Iridium en excès	0,23	22,380	0,010
Rhodium	0,18	12,000	0,015
Ruthénium	0,10	12,261	0,008
Fer	0,06	7,700	0,008
	99,90		4,644

Densité à zéro calculée d'après l'analyse I 21,510
Densité à zéro calculée d'après l'analyse II 21,515

qui concordent parfaitement avec les résultats des analyses.

» M. Matthey a partagé le lingot de platine préparé pour la règle géodésique en deux parties inégales. Les deux tiers de ce lingot ont été employés à la fabrication de la règle. Quant à l'autre tiers, il a été travaillé par le laminage et la soudure autogène, sous la forme de deux cylindres creux de 1 millimètre d'épaisseur, d'une longueur de $1^m,06$ environ et de diamètres différents, terminés par des calottes hémisphériques, sur lesquels

MM. Brunner ont tracé deux traits équidistants, séparés par une longueur très-voisine du mètre des Archives.

» L'un de ces tubes est destiné à servir de témoin temporaire pour la comparaison; il a $19^{mm},04$ de diamètre extérieur. Le second, de 36 millimètres de diamètre, doit servir de témoin définitif pour la vérification ultérieure des propriétés de la matière; comme il donnera lui-même sa température par la dilatation du gaz qu'il renferme, nous l'appellerons, pour abréger, *tube thermométrique*.

» Pour jauger le tube thermométrique, nous avons employé une balance de M. Deleuil père, balance qui a servi à V. Regnault dans ses travaux sur la thermométrie et qui est sensible au dixième de milligramme sous la charge de 5 kilogrammes.

» Le tube a été pesé d'abord absolument vide de gaz, puis pesé de nouveau après qu'on l'eut rempli d'eau purgée d'air, à la température de zéro. La différence des deux opérations a donné pour le poids de l'eau contenue, dans deux expériences différentes :

$$1^{kg},03881227,$$
$$1^{kg},03881269.$$

» Les pesées de cette nature exigent plusieurs mois, parce qu'il faut étudier la marche de la balance et faire toutes les corrections dues à la température, la pression et l'état hygrométrique de l'air ambiant. On a pris comme unité de poids le kilogramme étalon de l'Observatoire, construit par Fortin.

» Le jaugeage de ce tube permettra de juger si la matière de la règle géodésique ne subit pas de variation avec le temps, car un changement d'un micron dans la distance de deux traits correspondrait à un changement de $3^{mgr},11$ dans le poids de l'eau.

» Il est donc important d'effectuer le jaugeage avec toute l'exactitude que comporte l'état actuel de la Science, et il sera nécessaire d'avoir recours à des balances qui soient soustraites à toutes les causes d'erreur qu'elles comportent habituellement. Nous avons le projet de faire construire une balance dont le fléau serait tout en acier, entouré d'une cage en fer, et qui permettrait d'effectuer les pesées dans le vide à la température constante de la glace fondante.

» Le tube témoin est placé dans une auge constamment remplie de glace. Le tube thermométrique est placé dans une auge semblable, qui peut aussi recevoir de la glace, et dans laquelle on peut faire passer la vapeur

d'un liquide quelconque en ébullition, pour obtenir des températures différentes. Ce tube est rempli d'azote et communique avec un voluménomètre d'une forme particulière, qui permet de déterminer la dilatation du gaz et la température.

» Le principe de ce nouvel appareil consiste à maintenir le gaz à pression constante, en lui faisant équilibre par la pression d'une autre masse de gaz astreinte à occuper un volume invariable dans un vase constamment entouré de glace fondante. Le gaz qui s'échappe du tube thermométrique, à mesure que la température s'élève, est mesuré à cette pression constante et à la température de zéro par le poids du mercure qu'il déplace.

» Les auges qui renferment les deux tubes sont placées sur le chariot d'un comparateur, et l'on peut amener alternativement les deux traits de chacun d'eux sous des microscopes fixes, de manière à mesurer dans chaque expérience la différence des deux longueurs. On possède ainsi tous les éléments nécessaires pour déterminer le coefficient de dilatation du tube thermométrique.

» Il pouvait rester quelques doutes sur les qualités de la méthode employée d'habitude, et en particulier par V. Regnault, pour déterminer la densité du mercure. Dans cette méthode, en effet, quels que soient les détails de l'expérience, on fait bouillir le mercure, puis l'eau, dans un vase de verre, que l'on ramène ensuite à la même température. On se trouve ainsi dans le cas d'un véritable thermomètre à mercure, et l'on peut craindre que les causes qui produisent le déplacement du zéro ne donnent lieu aussi à un changement de volume du vase dans le cours des expériences. D'autre part, le vase peut encore se déformer et changer de volume sous le poids du mercure qu'il renferme. Nous avons évité ces causes d'erreur en faisant les remplissages de liquides dans le vide et en plaçant le vase dans un bain de mercure pour compenser la pression intérieure.

» Une expérience faite sur un poids de mercure absolument pur, de 4 kilogrammes environ, a donné pour la densité du mercure à zéro, par rapport à l'eau à 4 degrés,

13,5962.

» Regnault avait trouvé

13,5959.

» Ce résultat a été contrôlé en prenant successivement dans l'eau et dans le mercure la densité d'un cylindre de platine iridié. On en déduit pour la densité du mercure à zéro la valeur

13,600,

peu différente de celle qui précède; mais la méthode comporte un plus grand nombre de corrections et, par suite, moins d'exactitude.

» La dilatation du tube thermométrique est évaluée directement au moyen d'un millimètre tracé sur le tube témoin, et, afin que les résultats soient indépendants de tout appareil de mesure et même de toute grandeur variable avec le temps, nous avons pris des dispositions pour évaluer ce millimètre en fonction de la longueur d'onde d'une lumière homogène bien définie, par exemple du thallium ou de la lithine.

» Le millimètre du témoin sera d'abord comparé avec un autre millimètre tracé sur une plaque de métal. Celui-ci sera placé ensuite dans une boîte métallique parfaitement close, dans laquelle on fera le vide et qui sera entourée de glace fondante, de manière qu'il n'y ait aucune correction à apporter aux mesures. La boîte est munie de tubulures fermées par des glaces qui laissent passer la lumière et permettent de faire les observations, et renferme divers organes pour produire les bandes d'interférence, en varier le nombre à volonté au moyen d'une vis micrométrique commandée de l'extérieur et mesurer le déplacement correspondant des surfaces entre lesquelles se manifeste le phénomène.

» Les principes que nous voulons établir, en effectuant le travail qui nous a été confié par l'Association géodésique internationale, nous paraissent devoir être adoptés dans toutes les opérations qui concernent la métrologie, ou, si l'on aime mieux, la micrométrie.

» Dans cette partie de la Science, rien ne peut être admis sans détermination précise, directe et indépendante de l'emploi de tout instrument ayant une valeur individuelle. Rien ne peut donc être considéré, en micrométrie, comme évident.

» Cependant nous admettrons comme axiome que la température de la glace est invariable avec le temps. D'après les travaux de sir William Thomson, il n'en pourrait être autrement que si la pression atmosphérique ou l'accélération due à la pesanteur changeait de telle façon que les conditions de la vie humaine cessassent d'exister sur la terre. Nous avons prouvé, par un procédé dont l'exactitude dépasse tous ceux qui ont été employés jusqu'ici, que la température de la glace fondante produite par la glace longtemps conservée dans une glacière est rigoureusement invariable.

» Nous admettrons comme axiome que la densité de l'eau est invariable avec le temps, et cela pour les mêmes raisons et sous les mêmes conditions que la fusion de la glace.

» Nous admettrons que la densité du mercure à zéro par rapport à l'eau

ne varie pas avec le temps, et que ce métal peut servir indéfiniment à mesurer les pressions des gaz qui servent de matière thermométrique. En employant le mercure seulement pour constater l'identité des pressions de deux gaz dont l'un est confiné dans un espace invariable, nous nous affranchissons des mesures du baromètre et, par suite, des corrections qu'il faut apporter à la mesure des hauteurs pour annuler l'influence de la température, de la latitude et des variations de la pesanteur.

» Nous admettrons qu'une masse de platine iridié ne perd aucune partie de sa substance par volatilisation à la température ordinaire. A la rigueur, ce principe, qui peut paraître évident, devrait être démontré; mais il est clair qu'aucun procédé de mesure ne pourrait aujourd'hui être appliqué à la détermination de la tension de vapeur du platine iridié au-dessous de 100 degrés. Cependant nous croyons utile, mais aussi pour d'autres raisons, de renfermer dans une enveloppe de verre vide d'air et fermée à la lampe la masse de platine iridié qui doit servir de témoin pour constater la variabilité ou la permanence des propriétés physiques de la règle géodésique.

» Enfin nous admettrons que la longueur d'onde du rayon rouge de la lithine ou vert du thallium est invariable avec le temps, de sorte qu'au moyen du millimètre, dont la longueur aura été exprimée par le nombre de franges qu'on peut compter entre ses deux traits extrêmes, les indications de notre micromètre seront indépendantes de toute valeur individuelle de l'instrument.

» Ainsi rien n'est laissé à la pure appréciation : tous nos instruments devront pouvoir être reproduits, perfectionnés, sans que rien manque au contrôle absolu des opérations. Les unités choisies sont invariables avec le temps, et il sera toujours possible de répéter nos expériences tant qu'on aura du platine, de l'iridium, de la glace, du mercure et les appareils nécessaires à la production des phénomènes d'interférence. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'invention des diverses dispositions de l'héliomètre.* Note de M. DE LA GOURNERIE.

« Malgré les réclamations faites en faveur de Servington Savery, les savants s'accordent à reconnaître que l'Astronomie doit l'héliomètre à Bouguer, qui l'a fait connaître par un Mémoire lu dans l'assemblée publique de l'Académie des Sciences du 24 avril 1748; mais on attribue les demi-objectifs à Dollond.

» Je suis porté à croire que cette disposition appartient à Bouguer, comme celle des objectifs entiers. On lit, en effet, dans une Lettre écrite par de Lisle à Bose le 19 janvier 1751, et publiée la même année dans la *Bibliothèque impartiale* (IIIe vol., p. 214) :

« Je n'ai pu faire les commissions que vous me demandiez des verres de lunette de 3 ou 4 pieds, pour comprendre, à ce que vous dites, deux fois ou deux fois et demie les diamètres du Soleil et de la Lune périgés. Je crois que vous entendez par là des objectifs disposés pour conserver les distances des objets célestes dans l'étendue de 2 ou 3 degrés, suivant la méthode de M. Bouguer. Si c'est dans ce dessein, je vous prie de vous expliquer, parce que ces objectifs ont besoin d'être coupés, chacun par la moitié, et que je ne sais pas si vous serez, chez vous, en état de faire construire cet instrument sans en avoir au moins un dessin. »

» Il paraît donc certain qu'un journal répandu a parlé en 1751 des demi-objectifs, en les attribuant à Bouguer. Or, la communication faite par Short, au nom de Dollond, à la Société royale de Londres est seulement du 10 mars 1853.

» Bouguer ne s'est pas arrêté à la disposition des demi-objectifs ; on lit sur le registre des délibérations de l'Académie des Sciences de 1755, à la date du 11 juin (p. 344) :

« M. Bouguer a fait voir la tête d'un héliomètre destiné à mesurer les petits angles; l'objectif y est percé au milieu d'un assez grand trou, dans lequel est placée une pièce circulaire d'un verre semblable, d'un moindre diamètre que l'ouverture; cette pièce est mobile. Lorsque les deux verres sont concentriques, on ne voit qu'une image, mais en faisant mouvoir la petite pièce on en voit deux, qui sont d'autant plus distinctes que les verres sont moins concentriques; le mouvement en est mesuré par les pas d'une vis de micromètre. »

» Cette disposition d'une couronne formant échelon sur une lentille centrale mobile me paraît intéressante. Je ne l'ai vu signaler nulle part.

» Bouguer est mort trois ans plus tard, en 1758, n'ayant écrit sur l'héliomètre que son premier Mémoire ; on peut penser qu'il avait espéré donner à cet instrument un degré de perfection auquel il n'a pu atteindre, malgré ses recherches continues. »

M. Cosson fait à l'Académie une Communication au sujet d'un commencement d'incendie qui s'est produit, le 27 janvier dernier, dans le laboratoire de son herbier, au voisinage d'une bouche de chaleur alimentée par un poêle situé à l'étage inférieur, à plus de 4 mètres de distance. On avait, il y a deux ans, constaté un commencement de carbonisation des lames du parquet exposées à l'air chaud dégagé par la bouche, entaillée dans une plaque de marbre formant la paroi antérieure d'une petite construction

en briques et en plâtre élevée au-dessus du parquet. Les lames altérées du parquet avaient été remplacées par une seconde plaque de marbre, mais cette réparation était insuffisante, le briquetage n'étant pas isolé et reposant en partie sur le parquet même. La portion du parquet et des lambourdes, ainsi en contact avec l'air chaud renfermé dans la bouche de chaleur ou dégagé par elle, bien que sans aucune communication avec le coffre de la cheminée où passe la fumée du poêle, s'est à la longue carbonisée et convertie en une véritable braise, qui, au contact de l'air, a passé de la combustion lente à une combustion active. Les faits de combustion spontanée par la carbonisation lente et l'absorption par le charbon de l'oxygène de l'air sont bien connus des savants, mais malheureusement ne le sont pas de beaucoup de constructeurs, qui s'exposent à des sinistres dont la cause reste généralement inconnue et aurait pu être facilement évitée.

M. de Lesseps fait hommage à l'Académie du quatrième Volume de sa publication intitulée « Lettres, journal et documents pour servir à l'histoire du canal de Suez ».

M. le Président l'ayant invité à ajouter quelques mots à la présentation de son Volume, M. de Lesseps s'exprime ainsi :

« Le quatrième Volume de l'Ouvrage que j'ai dédié à l'Académie comprend les années 1861, 1862, 1863 et 1864. Je rappelle que l'acte de concession du canal des deux mers m'avait été délivré à la fin de 1854. Ce fut seulement après des études faites sur les lieux jusqu'en 1858 que je me déterminai, en dehors de tout concours gouvernemental ou financier, à faire un appel de fonds au public de tous les pays. La France seule constitua le capital nécessaire. Mais la Compagnie continua à lutter, ainsi que je l'avais fait personnellement, contre les incessantes attaques d'une redoutable opposition; cette dernière finit par s'attaquer à ce qu'elle appelait le *travail forcé*, pour arriver à nous priver des moyens de mener à bonne fin nos travaux. Je prends au hasard, dans les documents du quatrième Volume, une lettre adressée à M. Layard, sous-secrétaire d'État au Foreign Office de Londres. J'ai cherché à démontrer, dans cet écrit, que les reproches de l'opposition n'étaient point fondés et que notre œuvre a toujours maintenu les principes d'humanité, de désintéressement et de libéralisme qui caractérisent les entreprises de la France.

« Paris, 23 mai 1862.

» Les interpellations qui vous ont été adressées, le 16 de ce mois, à la Chambre des Communes, ont donné lieu, pendant le débat, à des erreurs que je crois devoir rectifier,

parce qu'elles sont de nature à répandre dans le public de fausses notions sur l'entreprise à la tête de laquelle j'ai l'honneur d'être placé. Vous avez eu raison d'écarter du débat la question politique.

» La question politique, en effet, n'avait de raison d'être que si le Parlement anglais avait considéré le canal de Suez comme devant nuire aux intérêts de l'Angleterre; mais, Dieu merci, cette opinion ne pouvait prévaloir, et, cette fois encore, vous avez noblement contribué à démontrer que votre pays ne craint pas le développement de la concurrence commerciale et maritime. Vous ne pouviez, d'ailleurs, manquer de vous associer aux pensées du Ministre illustre qui a eu le bonheur de vous choisir pour son plus éminent collaborateur. Lord John Russell a-t-il laissé le moindre doute sur ses opinions en cette matière lorsque, appuyant MM. Gladstone et Milner Gibson, il soutenait la motion Roebuck, relative au canal de Suez, et prononçait ces belles et généreuses paroles :

« Notre politique, c'est de rendre le commerce aussi libre que possible; c'est une poli-
» tique juste et généreuse, mais je crois que c'est en même temps la politique la plus utile pour
» l'Angleterre de nous résigner nous-mêmes à la concurrence qui doit accroître le commerce
» du globe, et j'ai la pleine confiance que l'Angleterre n'a pas le moins du monde à souffrir
» de cette concurrence... De quel droit le pouvoir exécutif, chez nous, viendrait-il priver
» les sujets de la reine des avantages qui pourraient leur être offerts de cette façon?...
» J'apprécie très-haut la force de l'argument qu'a développé le très-honorable représentant
» de l'Université d'Oxford (M. Gladstone). L'opposition faite au canal de Suez est de
» nature à entretenir l'opinion trop répandue en Europe que, poussés par nos intérêts
» égoïstes et notre jalousie commerciale, nous sommes prêts à sacrifier ou à entraver le
» commerce de toutes les nations. Je crois que cette accusation n'est pas juste, mais je
» ne voudrais pas qu'elle pût devenir exacte. »

» Ce n'est point l'exécution de l'entreprise du canal de Suez que l'on attaque, c'est ce que l'on appelle le *travail forcé* en Égypte.

» En admettant que le travail forcé fût une coutume ou une institution égyptienne, un gouvernement étranger a-t-il le droit d'intervenir dans les affaires intérieures du gouvernement de l'Égypte?

» Le principe de l'esclavage est établi en Amérique. L'Angleterre s'est-elle jamais hasardée à peser sur le gouvernement de Washington pour lui demander l'abolition de l'esclavage? Jusqu'à notre époque, il y avait 40 millions de serfs en Russie. L'Angleterre a-t-elle jamais tenté d'exprimer le moindre mécontentement à la Russie parce qu'elle maintenait le servage?

» L'Espagne est un pays dont les lois n'admettent la propagation d'aucun autre culte que celui de la religion catholique. L'Angleterre est un pays protestant. Plusieurs citoyens espagnols ont été condamnés devant les tribunaux pour avoir pratiqué ou enseigné la religion réformée. On s'en est plaint au Parlement. Qu'a répondu fort sagement lord Palmerston? Que c'était là une question de législation intérieure, dans laquelle, par conséquent, il ne pouvait intervenir officiellement auprès du gouvernement espagnol.

» Dans ces trois circonstances, il s'agissait pourtant des principes les plus chers à l'Angleterre : la liberté de l'homme et la liberté des cultes.

» Pourquoi l'Angleterre s'est-elle toujours abstenue à Washington et à Saint-Pétersbourg?

Pourquoi a-t-elle montré tant de réserve à Madrid? Et pourquoi lui recommanderait-on une conduite tout opposée au Caire?

» Il est un pays, jouissant des avantages de la civilisation la plus avancée, où se passent les faits suivants :

« Les enfants d'un âge tendre sont engagés comme apprentis par leurs parents, qui » reçoivent le salaire stipulé dans le contrat, et l'apprentissage, à quelque époque qu'il » commence, dure jusqu'à vingt et un ans. Des magistrats obligent les enfants à observer » l'engagement par lequel ils sont liés toutes les fois qu'ils y résistent, quoique leur » consentement n'ait jamais été demandé. L'apprenti fait partie de la propriété du maître » tant qu'il est au-dessous de vingt et un ans. Les héritiers du maître en héritent, en cas » de mort de celui-ci. Tel de ces apprentis a été acheté à un homme par un autre homme, » pour le prix de 12 francs. Il n'est pas rare que, appartenant à un propriétaire sans argent, » celui-ci le loue et reçoive le prix de son travail excédant le salaire qu'il doit aux parents. « L'apprenti est puni par des coups et par la privation de nourriture. »

» Ce tableau a été tracé par l'un des écrivains les plus populaires de l'Angleterre, et le pays qui lui en a fourni le sujet, c'est l'Angleterre.

» Vous savez mieux que moi, vous qui avez défendu avec tant d'éclat et de chaleur la cause des Hindous, tout ce que je pourrais dire sur l'état des travailleurs dans les possessions anglaises de l'Inde, si je voulais consulter vos discours et vos écrits.

» Pourtant si, au nom de la civilisation et de l'humanité, la France se permettait de se mêler de ces questions douloureuses, par ses agents ou par des observations officielles, quelle juste irritation cette ingérence ne soulèverait-elle pas en Angleterre! Pourquoi, si vous avez le droit d'intervenir en faveur des fellahs d'Égypte, d'autres pays n'auraient-ils pas le droit d'intervenir en faveur des apprentis de vos industriels et des ryots de l'Hindoustan?

» C'est que, tout en sentant le besoin de remédier à de pareils abus, les gouvernements et les peuples doivent, avant tout, avoir un respect réciproque de leur dignité et de leur indépendance; et une intervention irrégulière, bien loin d'adoucir ces plaies, n'est propre qu'à les envenimer.

» Cependant, en ce qui me concerne, je n'admets pas une fin de non-recevoir dans une question d'humanité. On incrimine la Compagnie de Suez et le gouvernement égyptien. Je suis prêt à les défendre.

» Moins qu'aucun autre pays, l'Angleterre est en droit de nier le droit qu'a l'Égypte de lever des ouvriers pour les travaux d'utilité publique. C'est par ce mode de recrutement qu'a été construit, sous le vice-roi Abbas Pacha, le chemin de fer d'Alexandrie au Caire, grâce à la pression et à l'insistance des agents britanniques. C'est par ce mode de recrutement, et sous les mêmes influences, que ce chemin, si désiré par l'Angleterre, a été prolongé du Caire à Suez. C'est ainsi encore que, récemment, de fortes tempêtes ou des débordements du Nil ayant occasionné d'énormes dégâts à cette voie ferrée, des armées d'ouvriers ont été rassemblées. Le chiffre s'en est élevé, il y a peu de mois, à 50000 hommes, réunis en si grand nombre pour empêcher une longue interruption dans le service du transport des malles entre l'Inde et l'Angleterre.

» Je ne parle pas des souffrances causées par la précipitation de ces rassemble-

ments dans des solitudes, où tous les approvisionnements n'avaient pas été préparés à l'avance, comme ils l'ont été pour les opérations du canal de Suez. L'urgence parlait et l'Angleterre aussi. Mais certes, après de tels faits, ce n'est point en Angleterre qu'on peut prétendre que le gouvernement égyptien n'a pas un droit que l'Angleterre a si souvent invoqué, exploité, et, en quelque sorte, imposé.

» Ce point étant établi, l'action du gouvernement pour la réunion d'un grand nombre de travailleurs était indispensable en Égypte, comme dans le reste de l'empire ottoman; la négation de cette faculté n'étant que la négation de la possibilité de l'exécution de toute œuvre d'utilité publique dans les pays orientaux, il reste à examiner si, au point de vue de l'intérêt général, et surtout au point de vue de l'humanité, tout n'a pas été combiné, dans les arrangements contractés entre la Compagnie et le vice-roi, pour le bien-être des fellahs et pour le perfectionnement des conditions du travail demandé à la population égyptienne.

» Vous avez parlé, cher monsieur, du traité conclu entre Son Altesse et la Compagnie du canal, dans le but de prévenir la trop grande affluence des étrangers en Égypte, et d'assurer aux travaux les bras qui leur sont nécessaires. J'ajouterai que cet arrangement a eu pour cause déterminante l'intention d'enlever à votre gouvernement l'une de ses inquiétudes : celle de voir la Compagnie menacer l'indépendance égyptienne par une agglomération considérable de travailleurs européens. Le gouvernement égyptien est lié par ce contrat, qui est l'une des bases sur lesquelles les actionnaires ont été appelés à souscrire. Son inexécution serait le seul cas qui pourrait autoriser notre gouvernement à intervenir en faveur des capitaux français compromis et déçus. Or, vouloir contraindre le vice-roi ou le pousser à ne pas remplir ses engagements à ce sujet, ce serait justement provoquer et faire naître, de la part de la France, la raison légitime et le devoir d'une intervention qui semble si redoutée de l'autre côté du détroit.

» Le vice-roi a minutieusement sauvegardé, dans les règlements relatifs aux ouvriers du canal de Suez, toutes les questions d'humanité. Il leur a assuré un salaire supérieur à la paye ordinaire, ainsi qu'une bonne nourriture. Il les a mis à l'abri des châtiments corporels. Non-seulement ils doivent être soignés gratuitement s'ils sont malades, mais encore ils touchent, dans ce cas, la moitié de leur salaire. L'Europe entière, quand ce règlement a été publié, a applaudi à la sollicitude dont on y a fait preuve. Personne ne s'est hasardé à le critiquer, et, devant le texte de cet acte, la malveillance n'a plus qu'une ressource : celle de faire croire à son inexécution.

» Il n'y a rien de vrai dans cette assertion que, sous une forme ou dans une proportion quelconque, les salaires des hommes aient été retenus par la Compagnie pour être versés, soit en argent, soit en compte, entre les mains du vice-roi.

» Les hommes ont toujours été directement et personnellement payés. Ils ont toujours été payés en argent et non en papier. Ils ont toujours été payés sur les lieux où ils avaient travaillé. Il n'y a donc aucune espèce de réalité ni de vraisemblance dans le récit par lequel on a fait croire que nos ouvriers avaient des voyages à entreprendre pour réaliser leur paye et qu'ils étaient livrés aux usuriers du Caire. Il n'est pas vrai que les entrepreneurs aient interrompu leurs payements, et que jamais un ouvrier ait été licencié sans que son compte fût réglé et soldé. Voilà ce que je vous affirme et ce que je suis prêt à prouver, s'il y a lieu, contre tout contradicteur.

» Les faits parlent d'eux-mêmes. Il est mort jusqu'ici dans l'isthme deux hommes sur dix mille. C'est une mortalité beaucoup moindre que dans tout le reste de l'Egypte. Cependant les fellahs se mêlent peu à peu à notre civilisation. Vous craignez que nous ne leur apportions la misère; nous leur apportons des millions en salaires, qui iront se répandre dans les campagnes, et qui, dans un temps donné, atténueront, nous l'espérons, l'horrible usure qui est une plaie de l'Égypte. Nous élevons progressivement le fellah à la dignité de l'ouvrier libre. Nous aidons Mohammed-Saïd à achever son œuvre de civilisation. On accuse ce prince; on le calomnie même. Cependant qu'a-t-il fait?

» Il a rendu aux fellahs la liberté de la culture; il leur a rendu la libre disposition de leurs produits. Ils étaient serfs, il les a détachés de la glèbe; il leur a distribué des terres du gouvernement; il a supprimé les monopoles sous lesquels ils gémissaient. Par son arrangement avec la Compagnie universelle, il a augmenté la somme de leur travail, il a multiplié les sources du salaire, il a été leur émancipateur à un degré inconnu dans les annales de l'Égypte; et c'est pourtant cet émancipateur des fellahs qu'en Angleterre des esprits honnêtes, mais mal informés, voudraient faire passer pour leur oppresseur!

» Enfin, on vous a rapporté que nos dépenses jusqu'à ce jour s'élevaient au quart de notre capital, c'est-à-dire à 50 millions. Elles s'élèvent à moins de 40 millions. On ne vous a pas dit que de cette somme de dépenses il fallait encore déduire les nombreux approvisionnements accumulés dans nos magasins, et qui représentent une quantité donnée de travaux à accomplir, puisqu'ils sont destinés à nourrir les futurs travailleurs. On ne vous a pas dit qu'il en fallait déduire aussi le fonds de roulement assez considérable qui doit toujours exister dans la caisse de notre agence supérieure d'Alexandrie. On ne vous a pas dit qu'il en fallait retirer encore les 2 millions et demi employés dans des achats d'immeubles productifs, avantageux à la Compagnie, et qui sont un placement et non une dépense. On ne vous a pas dit, enfin, que les frais de premier établissement étaient une des principales charges d'une entreprise de cette nature, surtout dans un désert où il fallait tout transporter, et que ces frais devaient se répartir sur l'ensemble et le prix de revient de toute l'opération. On ne vous a pas dit que, préalablement à l'exécution du travail, il fallait construire ou acheter un énorme matériel qui allégerait la dépense de l'avenir, tandis qu'il pèse sur les dépenses actuelles. On ne vous a pas dit que nous avions fondé sur les bords de la Méditerranée une ville de quatre mille habitants, pourvue d'immenses ateliers et de mécanismes de toute sorte qui doivent servir et fonctionner jusqu'à la fin des opérations. On ne vous a pas dit que nous avions porté le Nil au désert, que nous avions assuré le transport économique de tous nos matériaux et de tous nos approvisionnements, que notre organisation est complète pour soutenir, alimenter et fournir d'instruments de tous genres une armée pacifique de quarante mille travailleurs. Nous croyons, au contraire, avoir beaucoup fait, quoiqu'il nous reste beaucoup à faire.

» Nous avons commencé par semer, nous commençons à recueillir; nous sommes loin d'avoir à nous plaindre des résultats acquis, et je ne pense pas avoir à vous ajourner à longtemps pour en voir de plus grands encore, quoique j'avoue que nos frais généraux eussent pu être plus rapidement productifs, si nous n'avions été, pendant des années, gênés et entravés par la malheureuse opposition de quelques-uns de vos hommes d'État; mais ce n'est pas sur nous que le blâme en peut retomber.

» Quant à moi, je n'hésite pas à exprimer toute ma confiance que nos prévisions sur les résultats définitifs de la dépense seront justifiées par l'événement.

» Si l'Angleterre est intéressée au succès du percement de l'isthme, ce n'est pas du moins par son argent. Pourquoi donc chercher à jeter, par des hypothèses ou des doutes arbitraires, du discrédit sur une entreprise si utile?

» Marchons avec cordialité et union vers le but auquel nos deux peuples aspirent et qu'ils doivent atteindre. Vous êtes, plus que personne, fait pour entendre cet appel adressé à la concorde et à la fraternité pour le bien de la civilisation, pour la diffusion des lumières et des richesses dans le monde. »

» M. Layard, auquel cette Lettre a été adressée, est le savant voyageur archéologue qui est aujourd'hui ambassadeur d'Angleterre à Constantinople. Il a beaucoup contribué à éclairer ses compatriotes, à l'époque de leur opposition au canal de Suez. Toutes les fois qu'un savant s'occupe d'une question, il le fait avec honneur et loyauté. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Bienaymé* (¹).

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 66,

M. L. Lalanne obtient.	44	suffrages,
M. Bertin »	9	»
M. Gruner »	9	»
M. Bischoffsheim »	4	»

M. L. Lalanne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Mathieu adresse une rectification à sa démonstration du théorème de Fermat.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. Rouault demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat

(¹) Voir, à la fin de ce numéro, page 248, la liste de candidats qui avait été présentée par la Commission.

l'Atlas qu'il a présenté le 16 septembre dernier, et qui est relatif à la reproduction d'un grand nombre d'éponges fossiles recueillies dans les terrains siluriens de la Bretagne.

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Douanes adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du tableau général des mouvements du cabotage en 1877.

M. A. Marre fait remarquer que le manuscrit n° 25308 de la Bibliothèque nationale, auquel il a emprunté le fragment de Lettre inédite qu'il a adressé à l'Académie le 13 janvier dernier, n'est point une « correspondance du marquis de l'Hospital ». Ce manuscrit est intitulé « Sections coniques » et provient de l'ancien fonds de l'Oratoire; rien ne pouvait faire soupçonner qu'il renfermât la pièce dont M. Marre a donné seulement un court extrait. M. Marre ajoute qu'il vient de retrouver cette même pièce dans un autre manuscrit de la Bibliothèque nationale, catalogué sous le n° 24235 (168 de l'Oratoire), et intitulé « Éléments de Mathématiques ».

M. C. Henri fait remarquer, à propos de ce même fragment, que le titre complet du manuscrit en question est « Traité des sections coniques du marquis de l'Hospital, avec additions du P. Malebranche ». Dès lors, selon M. Henri, tous les théorèmes qui ne se trouvent pas dans le Livre du marquis de l'Hospital doivent être attribués au P. Malebranche; c'est donc à Malebranche que reviendrait la démonstration dont il s'agit.

M. Simonnet adresse un Mémoire sur les conditions de l'existence d'un nombre déterminé de racines communes à deux équations données.

Tandis que les auteurs qui ont traité cette question et se sont occupés de l'élimination ont cherché à éviter la considération du plus grand commun diviseur et ont employé de préférence des procédés fondés sur l'élimination, M. Simonnet calcule directement un quelconque des restes successifs des divisions auxquelles conduit la recherche du plus grand commun diviseur entre les premiers membres des deux équations

données, en supposant que les différences entre les degrés de deux restes consécutifs soient des nombres entiers quelconques. Les coefficients d'un reste R_i de degré i sont, après suppression d'un facteur commun λ_i dont l'expression est calculée, des déterminants exprimés en fonction des coefficients des équations proposées. La base de ces calculs est une formule de décomposition des déterminants, qui se déduit de l'identité générale suivante :

Soient $A = \Sigma \pm a_{1,1} a_{2,2} \ldots a_{m,m}$ et $B = \Sigma \pm b_{1,1} b_{2,2} \ldots b_{n,n}$, $m > n$ deux déterminants; si l'on désigne par $B_{k,s}$ le résultat de la substitution des n premiers éléments de la $k^{\text{ième}}$ ligne de A à la place de la $s^{\text{ième}}$ ligne de B, par $\alpha_{i,r}$ les mineurs de A par rapport aux éléments de la $r^{\text{ième}}$ colonne et par $\beta_{k,r}$ le mineur de B par rapport au $r^{\text{ième}}$ élément de la $k^{\text{ième}}$ ligne, on a identiquement

$$\alpha_{1,r} B_{1,k} + \alpha_{2,r} B_{2,k} + \ldots + \alpha_{m,r} B_{m,k} = A \beta_{k,r},$$

en considérant $\beta_{k,r}$ comme nul quand r est plus grand que n.

Dans le second paragraphe de son Mémoire, M. Simonnet fait une application de sa formule à la transformation des conditions connues et montre leur équivalence avec de nouvelles conditions, exprimées en égalant à zéro les coefficients de la plus haute puissance de chacun des restes qui suivent le plus grand commun diviseur. Enfin, dans la dernière partie, il calcule de nouveau l'expression des facteurs communs λ_i au moyen de la relation

$$\lambda_i \lambda_{i+1} = U^2_{0,i+1},$$

qui existe entre les facteurs communs relatifs à deux restes consécutifs, et en déduit l'expression exacte d'un reste quelconque en fonction des coefficients des équations proposés, déjà calculée directement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques invariants des équations différentielles linéaires.* Note de M. LAGUERRE.

« 1. Soit une équation différentielle linéaire du $n^{\text{ième}}$ ordre

$$A \frac{d^n y}{dx^n} + n B \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \frac{n(n-1)}{1.2} C \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + n K \frac{dy}{dx} + L y = 0;$$

la lettre A représente ici l'unité et n'est introduite que pour mettre mieux

en évidence les rapports qui existent entre les invariants de l'équation différentielle et les covariants de la forme algébrique correspondante

$$Y = A\lambda^n + nB\lambda^{n-1}\mu + \frac{n(n-1)}{1.2}C\lambda^{n-2}\mu^2 + \ldots + nK\lambda\mu^{n-1} + L\mu^n.$$

Comme j'emploierai parfois la notation de Lagrange pour désigner les dérivées d'une fonction, les diverses quantités A', A'', A''', ..., quand je croirai devoir les introduire, devront être regardées comme identiquement nulles.

» 2. Les équations différentielles linéaires peuvent être transformées de deux façons différentes, en posant d'abord $x = f(z)$, ce qui change la variable, puis en posant $y = V(z)u$, ce qui change la fonction inconnue.

» Certaines fonctions des coefficients d'une équation différentielle ne constituent des invariants de cette équation que relativement à l'un de ces modes de transformation. On peut, pour éviter toute confusion, les désigner sous le nom de *semi-invariants;* dans cette Note, je m'occuperai spécialement des semi-invariants qui sont relatifs aux changements de fonction.

» 3. On sait que l'on peut toujours, en posant $y = zu$, faire disparaître le second terme d'une équation différentielle linéaire, z désignant l'invariant de M. Liouville $e^{-\int \frac{B}{A}dx}$; cette transformation ne peut évidemment se faire que d'une seule façon.

» Il en résulte que, si l'on désigne par

$$\frac{d^n u}{dx^n} + \frac{n(n-1)}{1.2}H\frac{d^{n-2}u}{dx^{n-2}} + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\Theta\frac{d^{n-3}u}{dx^{n-3}} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}Z\frac{d^{n-4}u}{dx^{n-4}} + \ldots = 0$$

l'équation transformée, les fonctions H, Θ, Z, ... sont des semi-invariants de l'équation différentielle donnée. Ces semi-invariants présentent d'ailleurs la plus grande analogie avec les *covariants associés à la forme* Y (¹).

» 4. En effectuant les calculs, on trouve aisément

$$H = AC - B^2 - (AB' - BA'),$$
$$\Theta = A^2D - 3ABC + 2B^3 - (AB'' - BA''), \quad \ldots.$$

(¹) Hermite, *Second Mémoire sur la théorie des fonctions homogènes à deux indéterminées* (*Journal de Crelle*, t. 52, p. 25).

» Le semi-invariant H est corrélatif du hessien de la forme Y; il jouit des propriétés suivantes :

» 1° Il reste invariable quand on change la fonction inconnue.

» 2° Il conserve également la même valeur quand on considère l'équation adjointe de Lagrange.

» 3° Si l'on effectue la transformation la plus générale, en posant d'abord $x = f(z)$, puis $y = V(z)u$, en désignant par H_0 le semi-invariant relatif à la transformée, on a

$$H_0 = \left(\frac{dx}{dz}\right)^4 \left\{ \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 H - \frac{n+1}{6}\left[\frac{dz}{dx}\frac{d^3z}{dx^3} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\right)^2\right]\right\}.$$

» 5. Si l'on veut obtenir une transformée pour laquelle H_0 soit nul, on doit intégrer l'équation

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 H - \frac{n+1}{6}\left[\frac{dz}{dx}\frac{d^3z}{dx^3} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\right)^2\right] = 0,$$

qui, en posant

$$\frac{dz}{dx} = \frac{1}{\omega^2},$$

se réduit à une équation linéaire du second ordre. Cette équation étant intégrée et la substitution $x = f(z)$ ayant été déterminée de telle sorte que H soit nul, faisons un changement de fonction de telle sorte que le second terme de l'équation disparaisse; l'invariant H demeurera nul, et sa valeur montre que, B étant nul, C l'est également. On obtient donc une transformée dans laquelle le deuxième terme disparaît ainsi que le troisième, et il suffit, pour opérer cette réduction, d'intégrer d'abord une équation linéaire du second ordre, puis d'effectuer une quadrature.

» 6. Comme application de ce qui précède, considérons l'équation linéaire du troisième ordre. En appelant I l'invariant de cette équation, dont j'ai donné la valeur dans ma précédente Communication, on a

$$I = \Theta - \tfrac{3}{2}H'.$$

» Quand $I = 0$, on voit que, si H est nul, il en est de même de Θ; donc les équations linéaires du troisième ordre, pour lesquelles l'invariant I est nul, sont réductibles à l'équation type

$$(1) \qquad \frac{d^3u}{dz^3} = 0;$$

d'où les conséquences suivantes, que j'avais, du reste, déjà énoncées :

» 1° L'intégration de ces équations se ramène à l'intégration d'une équation du second ordre.

» 2° Les intégrales de l'équation (1) étant respectivement 1, z, z^2, quantités entre lesquelles a lieu l'identité

$$(z)^2 = z^2 \times 1,$$

il y a entre les intégrales d'une équation dont l'invariant I est nul une relation homogène du second degré et à coefficients constants.

» 3° Réciproquement, si une pareille relation existe entre les intégrales d'une équation du second ordre, on peut la mettre sous la forme

$$uv - w^2 = 0,$$

u, v et w désignant trois de ces intégrales convenablement choisies. Par une transformation générale, on peut donc obtenir une équation dont les intégrales soient 1, z et z^2; en d'autres termes, l'équation est réductible au type

$$\frac{d^3u}{dz^3} = 0,$$

et son invariant I est identiquement nul. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps qui se déplace et se déforme en restant homothétique à lui-même.* Note de M. G. **Fouret**.

« Dans ces dernières années, M. Durrande a publié (1) une série de recherches importantes sur le mouvement d'un corps qui se déplace en se déformant homographiquement. De son côté, M. Grouard a donné (2) des résultats d'un certain intérêt sur le déplacement d'un corps constamment semblable à lui-même. En particularisant davantage ce genre d'études et me bornant au cas d'une déformation homothétique, je crois être parvenu, pour ce cas spécial, à des résultats nouveaux, que je vais indiquer en quelques lignes.

» Considérons dans l'espace un corps passant d'une position (A) à une

(1) *Comptes rendus*, séances des 18 septembre 1871, 6 mai et 11 novembre 1872. — *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, t. III et IV.

(2) *Bulletin de la Société philomathique*, séances des 22 avril et 20 mai 1865, des 20 février et 7 mai 1870, du 22 mars 1873.

position infiniment voisine (A′), en restant homothétique à lui-même ; les droites joignant les divers points de (A) aux points homologues de (A′) concourront en un même point I, que nous appellerons *centre instantané d'homothétie*. En désignant en outre par m et m' les deux positions successives d'un même point du corps, le rapport $\frac{mm'}{\mathrm{I}m}$ sera constant, quel que soit ce point. De là on conclut ce premier théorème :

I. *Lorsqu'un corps se déplace en restant homothétique à lui-même, les tangentes aux trajectoires de ses divers points, prises à un même instant, concourent en un même point* I, *et les vitesses des points du système sont proportionnelles à leur distance à ce point* I.

» Nous appellerons *ligne centrale d'homothétie* la ligne décrite pendant le mouvement du corps par le centre instantané d'homothétie. Soient

$$(1)\qquad \xi = \varphi(t), \quad \eta = \psi(t), \quad \zeta = \chi(t)$$

les coordonnées du centre instantané en fonction du temps, par rapport à un système d'axes rectangulaires pris arbitrairement. Si l'on désigne par x, y, z les coordonnées au même instant d'un point quelconque du corps, on aura

$$(2)\qquad \frac{\frac{\partial x}{\partial t}}{x-\xi} = \frac{\frac{\partial y}{\partial t}}{y-\eta} = \frac{\frac{\partial z}{\partial t}}{z-\zeta} = \frac{v}{d} = \rho,$$

v désignant la vitesse du point considéré, d sa distance au centre d'homothétie et ρ un paramètre fonction du temps

$$(3)\qquad \rho = \pi(t).$$

» La loi du mouvement de chacun des points du système s'obtient en intégrant les équations linéaires

$$(4)\qquad \frac{\partial x}{\partial t} - \rho x + \rho\xi = 0, \quad \frac{\partial y}{\partial t} - \rho y + \rho\eta = 0, \quad \frac{\partial z}{\partial t} - \rho z + \rho\zeta = 0.$$

Cette intégration se fait immédiatement et donne

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= \lambda\left(x_0 - \int_{t_0}^{t} \frac{\rho\xi}{\lambda}\, dt\right), \\ y &= \lambda\left(y_0 - \int_{t_0}^{t} \frac{\rho\eta}{\lambda}\, dt\right), \\ z &= \lambda\left(z_0 - \int_{t_0}^{t} \frac{\rho\zeta}{\lambda}\, dt\right), \end{aligned}\right.$$

en posant, pour abréger,

(6) $$\lambda = e^{\int_{t_0}^{t} \rho\, dt}$$

» En différentiant les équations (4), on trouve facilement qu'il existe à chaque instant, dans le système mobile, un point dont l'accélération totale est nulle. Ce point, qu'on peut appeler pour cette raison *centre des accélérations*, a pour coordonnées

(7) $$\xi_1 = \xi + \varepsilon \frac{\partial \xi}{\partial t}, \quad \eta_1 = \eta + \varepsilon \frac{\partial \eta}{\partial t}, \quad \zeta_1 = \zeta + \varepsilon \frac{\partial \zeta}{\partial t},$$

ε étant une fonction de t définie par la relation

(8) $$\frac{1}{\varepsilon} = \rho + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t}.$$

» Ce centre des accélérations O_1 est situé sur la tangente en I à la ligne centrale ; il jouit de la propriété suivante :

» II. *A un même instant quelconque, les accélérations des divers points du système passent par un même point* O_1, *centre des accélérations, situé sur la tangente en* I *à la ligne centrale. Ces accélérations sont proportionnelles aux distances de* O_1 *aux points auxquels elles s'appliquent.*

» Ce théorème est compris dans le suivant :

» III. *A un même instant quelconque, les accélérations du* $n^{ième}$ *ordre des divers points du système passent par un même point* O_n, *centre des accélérations du* $n^{ième}$ *ordre. Ces accélérations sont proportionnelles aux distances de* O_n *aux points auxquels elles s'appliquent.*

» Voici encore quelques résultats :

» IV. *Pour chaque position du système mobile, les plans osculateurs des trajectoires des divers points du corps se coupent suivant une même droite, qui n'est autre que la tangente correspondante de la ligne centrale.*

» V. *A chaque instant, les projections des accélérations normales des divers points du système sur la tangente correspondante de la ligne centrale sont égales.*

» Cette dernière propriété est une conséquence de la relation suivante : en désignant par v la vitesse d'un point quelconque du corps, par u la

vitesse au même instant du centre instantané d'homothétie, par γ l'angle formé par les directions de ces vitesses, et par R_c le rayon de courbure de la trajectoire du point considéré, on a

$$\frac{v^2}{R_c \sin\gamma} = \rho u, \tag{9}$$

ρ étant le paramètre que nous avons défini précédemment.

» Les rayons de torsion des trajectoires sont également liés entre eux par une relation fort simple : appelons d la distance d'un point quelconque du système au centre instantané, R_t le rayon de torsion de la trajectoire de ce point, θ l'angle du plan osculateur de cette courbe avec le plan osculateur correspondant de la ligne centrale, ω la vitesse angulaire de la tangente à la ligne centrale, on a

$$\frac{R_t \sin\theta}{d \sin\gamma} = \frac{\rho}{\omega}. \tag{10}$$

» De cette relation on tire la conséquence suivante :

» VI. *Si l'une des trajectoires du corps est plane, toutes les autres le sont également.*

» Nous comptons publier ultérieurement les démonstrations, avec quelques autres résultats que nous omettons dans ce premier aperçu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration, sous forme finie, de trois espèces d'équations différentielles linéaires à coefficients quelconques.* Note de M. **D. André**, présentée par M. Hermite.

« Soit une équation différentielle linéaire sans second membre, d'ordre quelconque, à coefficients quelconques, relative à une fonction Y d'une seule variable x, et telle qu'en la différentiant assez de fois, puis faisant $x = 0$ dans le résultat du calcul, on arrive à une équation de cette forme régulière

$$A_0 F(n) Y_0^{(n)} + A_1 F(n-1) Y_0^{(n-1)} + \ldots + A_k F(n-k) Y_0^{(n-k)} = 0,$$

qui subsiste pour toutes les valeurs de n supérieures à un entier déterminé,

dans laquelle $Y_0^{(n)}$, $Y_0^{(n-1)}$, ..., $Y_0^{(n-k)}$ représentent, pour $x = 0$, les dérivées d'ordre n, $n-1$, ..., $n-k$ de la fonction Y, où $F(n)$ est une fonction quelconque de n, et où les coefficients A, ainsi que l'entier k, sont indépendants de n, c'est-à-dire constants.

» Évidemment une pareille équation différentielle n'est point une équation quelconque; mais, si on la regarde comme un type, toutes celles qui se rapportent à ce type constituent, dans la grande classe des équations différentielles linéaires, un genre intéressant et vaste, lequel contient une infinité d'espèces, caractérisées chacune par une forme particulière de la fonction $F(n)$. Pour donner une idée de l'étendue de ces espèces, il suffira de faire remarquer que c'est dans l'une d'elles que rentrent, pour n'y former qu'une simple variété, toutes les équations différentielles linéaires à coefficients constants.

» Pour toutes les équations différentielles de ce genre, l'intégration, sous forme finie, se ramène à la sommation des séries entières dont le terme général V_n est défini par l'égalité

$$V_n = \frac{v_n}{n!\,F(n)} x^n,$$

$F(n)$ ayant la même signification que précédemment, et v_n étant le terme général d'une série récurrente proprement dite quelconque. Dès que l'on sait sommer l'espèce de ces séries qui répond à une certaine forme de $F(n)$, on sait intégrer, sous forme finie, l'espèce d'équations différentielles qui répond à la même forme de cette même fonction.

» Partant des séries de ce genre que l'on sait actuellement sommer, je suis parvenu à intégrer, sous forme finie, trois espèces d'équations différentielles linéaires appartenant au genre considéré. Ce sont les trois espèces caractérisées respectivement par les trois égalités

$$F(n) = \frac{1}{n!\,f(n)},$$
$$F(n) = \frac{(n+s)!}{n!\,f(n)},$$
$$F(n) = \frac{(n+s)(n+s+1)\ldots(n+s+t-1)}{n!\,f(n)},$$

dans lesquelles t est un entier supérieur à zéro, s un entier positif, nul ou négatif, et $f(n)$ un polynôme quelconque entier par rapport à n et par

rapport à des exponentielles de la forme a^n. C'est dans la deuxième de ces trois espèces que rentrent, à titre de simple variété, les équations différentielles linéaires à coefficients constants.

» Les équations différentielles de la première de ces trois espèces admettent une intégrale composée uniquement de fonctions algébriques rationnelles; celles de la deuxième, une intégrale composée de fonctions algébriques rationnelles et d'exponentielles de la forme a^x; celles de la troisième, une intégrale composée de fonctions algébriques rationnelles et de logarithmes de la forme $L(1-ax)$.

» Cette intégrale est d'ordinaire l'intégrale générale de l'équation différentielle considérée. Grâce aux formules données dans le Mémoire que je résume ici, elle s'écrit directement, sous forme finie et bien explicite, par des calculs simples, réguliers, exempts de tout tâtonnement.

» A la vérité, pour les équations différentielles de la deuxième et de la troisième espèce, ces calculs exigent la résolution de l'équation

$$A_0 x^k + A_1 x^{k-1} + \ldots + A_k = 0,$$

qu'on peut appeler l'équation caractéristique de l'équation différentielle considérée. La nécessité de résoudre cette équation existait déjà pour les équations différentielles linéaires à coefficients constants, lesquelles rentrent d'ailleurs dans la deuxième des trois espèces qui précèdent.

» Mais, dans la première de ces trois espèces, il se présente ce fait très-remarquable, savoir : que l'intégrale peut s'écrire immédiatement, sans qu'on ait besoin de résoudre au préalable ni l'équation caractéristique correspondante, ni absolument aucune équation d'un degré supérieur au premier.

» La méthode d'intégration dont je viens, dans la présente Note, d'indiquer le principe et les résultats fait l'objet d'un Mémoire où je l'expose avec détails et l'applique à plusieurs exemples. Cette méthode d'intégration me semble nouvelle : elle donne l'intégrale sous forme finie; elle est, pour le moins, aussi pratique que la méthode d'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients constants, et il est clair qu'elle présente une beaucoup plus grande généralité. »

STATISTIQUE. — *Extension du système métrique des poids et mesures; développement de systèmes monétaires conformes ou concordants, dans les divers États du monde civilisé.* Note de M. DE MALARCE, présentée par M. Tresca.

« Ce travail est basé sur les textes mêmes des lois, conventions et rapports officiels des divers États, et sur les commentaires qui ont été produits au Congrès international tenu à Paris en septembre dernier.

» I. *Poids et mesures.* — Les deux Tableaux statistiques montrent :

» 1° Que le système métrique décimal est, en 1879, établi légalement et obligatoirement dans dix-huit États, comprenant une population de 236,6 millions d'habitants; 2° qu'il est légalement admis à titre facultatif dans trois États, comprenant une population de 75,5 millions d'habitants; 3° qu'il est admis en principe, ou partiellement pour les douanes, dans cinq États, comprenant une population de 343,6 millions d'habitants; 4° que, au total, le système métrique décimal est établi obligatoirement, ou à titre facultatif, ou en principe, dans vingt-six États, comprenant 655 millions d'habitants.

» Quatre États ont des systèmes divers, décimaux quant aux multiples et aux divisions, mais basés sur une unité autre que le mètre : ils comprennent 471 millions d'habitants (Suisse, Mexique, Japon et Chine); ajoutez quelques médiocres États à systèmes divers non décimaux et non métriques.

» En définitive, en 1879, plus de la moitié de la population des États civilisés, comprenant 1180 millions d'habitants, connaissent légalement le système métrique décimal des poids et mesures; et une bonne part du progrès date de ces dernières années, ce qui promet pour l'avenir.

» II. *Monnaies.* — Pour les systèmes monétaires, les cinq États, unis d'après la convention de Paris de 1865, et formant une population de 78,6 millions d'habitants, ont des monnaies conformes, admises dans la circulation des cinq États. En outre, quatre États d'Europe (60,4) et six États d'Amérique (11), ensemble dix États ayant 71,4 millions d'habitants, ont frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union occidentale.

» En 1871, l'Allemagne a réuni, sous un seul régime monétaire, les vingt-cinq États du nouvel empire, dont la plupart des anciens États allemands formaient, de 1857 à 1871, trois groupes monétaires. Le nouveau

système est décimal, mais basé sur une unité, le marc d'empire, de 1^fr^,2345, qui ne concorde avec l'unité d'aucun autre pays. L'Allemagne comprend 42,7 millions d'habitants.

» En 1872, les trois États scandinaves (8 millions d'habitants) ont formé une union monétaire basée sur une unité, la couronne, de 1^fr^, 39, qui n'offre aucune concordance avec les monnaies des autres pays.

» Tous les autres États, l'Angleterre et ses colonies (45,7 millions), l'Inde anglaise (231), les Pays-Bas et leurs colonies (27,4), la Russie (85), la Chine (425), le Japon (33,7), les États-Unis (39), le Brésil (11), etc., sont restés particuliers dans leurs divers systèmes monétaires, qui, pour la plupart, sont décimaux quant aux divisions, mais basés sur des unités diverses.

» Notons, toutefois, que le Japon a adopté en 1868-71 une unité monétaire, le yen, de 5^fr^, 16, très-voisine de l'unité monétaire des États-Unis; et, comme signe du mouvement qui tend à la concordance des monnaies des États modernes, on doit signaler encore, en Russie, la Finlande, qui, depuis le 1er juillet 1878, a frappé des pièces de 10 et de 20 marcs absolument conformes aux pièces françaises de 10 et de 20 francs.

POIDS ET MESURES.

(Population en millions d'habitants.)

PAYS OU LE SYSTÈME DÉCIMAL EST

Légalement et obligatoirement établi.		Légalement et obligatoirement établi.		Légalement facultatif.		Admis en principe.	
		Report....	205,0				
France et colonies	42,4	Portugal.......	3,9	Angleterre.	33,0	Inde anglaise.	231,0
Belgique........	5,3	Roumanie.....	4,5	Canada....	3,6	Russie......	86,7
Pays-Bas et colon.	27,5	Grèce.........	1,5	États-Unis..	38,9	Turquie.....	23,6
Allemagne......	42,7	Brésil.........	11,1	Total...	75,5	Venezuela...	1,8
Suède........	4,5	Colombie.....	2,9			Uruguay....	5
Norvége........	1,8	Équateur......	1,0			Total.....	343,6
Autriche-Hongrie	37,5	Pérou.........	2,7				
Italie..........	26,8	Chili..........	2,1				
Espagne........	16,5	Argentine (Rép.)	1,9				
A reporter...	205,0	Total....	236,6				

MONNAIES.

SYSTÈME DE L'UNION OCCIDENTALE.

France, Algérie et colonies	42 403 892 hab.	
Belgique	5 336 185	
Italie	26 801 154	
Suisse	2 668 147	
Grèce	1 457 894	
Total de l'Union de 1865		78 667 272 hab.
Roumanie	4 475 000	
Espagne	16 507 000	
Autriche-Hongrie	37 515 858	
Finlande	1 912 647	
Total des pays d'Europe ayant frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union		60 410 505
Colombie	2 910 000	
Venezuela	1 784 194	
Équateur	1 066 000	
Pérou	2 720 735	
Chili	2 116 778	
Uruguay	450 000	
Total des pays d'Amérique ayant frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union		11 047 707
Total des États ayant des monnaies propres à une circulation internationale d'après le système français		150 125 484 hab.
Total des États ayant des systèmes monétaires divers et autres que le système français		1 029 027 278 hab.

SYSTÈMES DIVERS.

PAYS-BAS et COLONIES HOLL. Base : le florin de $2^{fr},09$ (système décimal quant aux multiples et aux divisions)	27 480 000 hab.
ALLEMAGNE (25 États). Base : le marc d'or de $1^{fr},2345$ (décimal)	42 727 360
UNION SCANDINAVE (3 États) : la couronne de $1^{fr},39$ (décimal)	8 103 918
ANGLETERRE et COLONIES ORDIN. : le souverain de $25^{fr},22128$ (non décimal)	45 776 000
INDE ANGLAISE : la roupie de $2^{fr},38$ (non décimal)	230 928 000
ÉTATS-UNIS : le dollar de $5^{fr},18$ (décimal)	38 926 000
JAPON : le yen de $5^{fr},16$ (décimal)	33 700 000
CHINE : le taël de $7^{fr},56$ (décimal)	425 515 000
PERSE : le thoman de $11^{fr},88$ (décimal)	5 000 000
RUSSIE (moins la Finlande) : le rouble de $3^{fr},99$ (décimal)	84 909 000
TURQUIE : la piastre de $0^{fr},2279$ (décimal)	23 610 000
ÉGYPTE : la piastre de $0^{fr},2562$ (décimal)	6 921 000
TUNIS : la piastre de $0^{fr},60$ (non décimal)	2 000 000
MAROC : le métikal de $2^{fr},63$ (décimal)	6 300 000
SIAM : le tical de $3^{fr},25$ (non décimal)	5 750 000
MEXIQUE : la piastre de $5^{fr},43$ (décimal)	9 276 000
GUATEMALA : la piastre de $5^{fr},41$ (décimal)	1 190 000
CUBA : la piastre de $5^{fr},33$ (décimal)	1 400 000
ILES PHILIPPINES : la piastre de $5^{fr},10$ (décimal)	6 000 000
HAITI : la piastre de $5^{fr},25$ (décimal)	700 000
BOLIVIE : la piastre de $5^{fr},40$ (non décimal)	2 000 000
PARAGUAY : la piastre de $4^{fr},66$ (non décimal)	226 000
ARGENTINE (RÉPUBLIQUE) : la piastre de $5^{fr},40$ (décimal)	1 871 000
BRÉSIL : le milreis de $2^{fr},83$ (décimal)	11 108 000
PORTUGAL : le milreis de $5^{fr},59$ (décimal)	3 954 000
COLONIES PORTUGAISES (idem)	3 656 000
	1 029 027 278 hab.

CHIMIE. — *Liquéfaction de l'hydrogène silicié.* Note de M. **Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« Ayant eu l'occasion de préparer une certaine quantité d'hydrogène silicié pur, j'ai pu observer la liquéfaction de ce gaz. L'expérience a été effectuée à l'aide de l'élégant appareil dû à M. Cailletet.

» A la température ordinaire (vers 10 degrés), l'hydrogène silicié n'est pas liquéfié sous des pressions de 200 et 300 atmosphères. Au contraire, dès 50 atmosphères, le refroidissement dû à la détente détermine la production d'un brouillard épais et d'un ruissellement manifeste de liquide sur les parois du tube.

» Le gaz est donc, dans ces conditions, à une température voisine de son point critique. Il a suffi, en effet, de le refroidir de quelques degrés au-dessous de zéro pour le condenser totalement. L'hydrogène silicié est liquide à $-11°$ sous la pression de 50 atmosphères; à $-5°$ sous 70 atmosphères; à $-1°$ sous 100 atmosphères. Au contraire, à zéro il est resté gazeux jusqu'à 150 et 200 atmosphères. Le point critique serait donc situé au voisinage de zéro.

» Les conditions de liquéfaction de ce gaz le rapprochent du gaz des marais, plus difficilement condensable, et avec lequel il a tant d'analogies chimiques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur le dosage de l'alcool méthylique dans les méthylènes commerciaux;* par MM. **Ch. Bardy** et **L. Bordet**. (Extrait par les auteurs.)

« La seule méthode qui ait été proposée jusqu'ici [2] est fondée sur la transformation de l'alcool méthylique en iodure de méthyle, dont on mesure le volume.

» Le principe même de cette méthode n'était pas à l'abri de toute objection, car on n'avait pu parvenir à démontrer que l'alcool méthylique absolument pur et anhydre se transforme intégralement en iodure de méthyle dans les conditions où s'effectuent les analyses [3]. En second lieu,

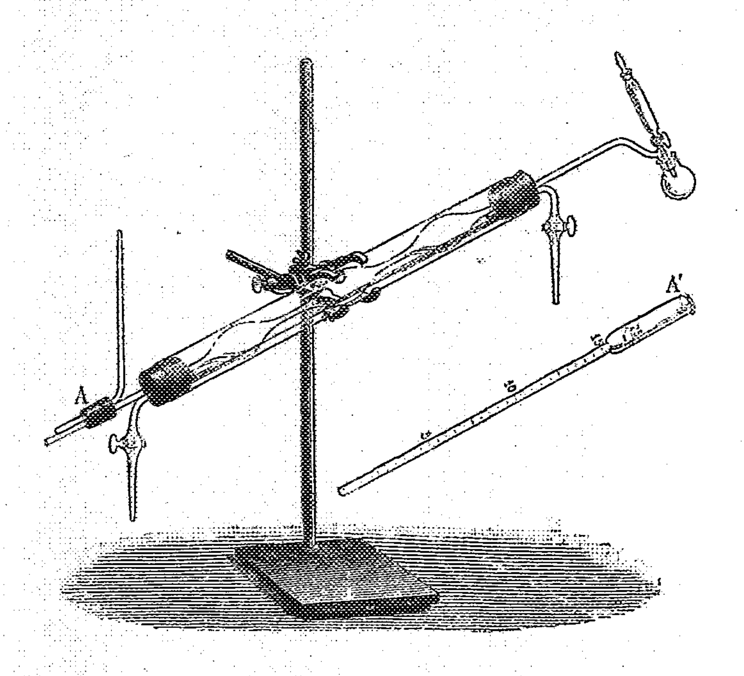
---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VI, p. 1310.

(3) *Id.*, t. VII, p. 1494, et t. IX, p. 1931.

on avait reconnu que la méthode donne des résultats inexacts quand le méthylène analysé renferme de l'acétone, c'est-à-dire dans le cas presque général, mais on n'avait indiqué aucun moyen d'obvier à cet inconvénient grave. Nous avons comblé ces deux lacunes.



» L'appareil dont nous nous servons est représenté ci-dessus. Dans la première partie de l'opération, il est incliné de telle sorte que le réfrigérant fasse refluer dans le ballon toutes les vapeurs qui peuvent s'en dégager. On place d'avance, dans le ballon, 15 grammes d'iodure de phosphore (PhI^2); puis, dans la pipette, on introduit 5 centimètres cubes du méthylène à analyser. Au moyen du robinet, on fait pénétrer ce liquide dans le ballon, goutte à goutte et très-lentement. Ensuite, par le même moyen, on introduit 5 centimètres cubes d'acide iodhydrique de densité 1,7, chargé de son poids d'iode; enfin, on plonge le ballon dans un bain-marie à 80-90 degrés pendant quelques minutes. Cela fait, on incline l'appareil de façon à distiller le contenu du ballon; le réfrigérant condense les vapeurs, que l'on recueille dans un tube gradué, représenté sur la figure, et qui s'adapte à l'extrémité de l'appareil au moyen d'un bouchon de caoutchouc également représenté.

» Quand la distillation est terminée, on détache ce tube, on y introduit de l'eau, on agite et on laisse reposer. On a alors un certain volume d'io-

dure de méthyle, mais ce volume ne représente pas la totalité de l'iodure de méthyle produit. En effet, ce corps n'est pas absolument insoluble dans l'eau; nous avons constaté qu'il se dissolvait aisément dans cent vingt-cinq fois son volume d'eau. La couche d'eau contenue dans le tube gradué contient donc les 8 millièmes de son volume d'iodure de méthyle.

» En second lieu, à la fin de la distillation, une certaine quantité de vapeur d'iodure de méthyle reste dans l'appareil. On peut évaluer exactement cette quantité par un essai particulier fait une fois pour toutes. On met dans le ballon un volume connu d'iodure de méthyle pur et un peu d'eau, puis on distille exactement comme à l'ordinaire. On constate alors qu'on recueille moins d'iodure de méthyle qu'on n'en a mis. La perte est constante pour un appareil donné et indépendante de la quantité d'iodure de méthyle sur laquelle on opère. Pour les appareils dont nous nous servons habituellement, et dont la capacité totale est d'environ 140 centimètres cubes, la perte est généralement de $0^{cc},25$.

» En tenant compte de ces différents éléments, nous avons obtenu, comme moyenne de trois essais effectués avec de l'alcool méthylique pur, $7^{cc},73$ d'iodure, le nombre théorique étant $7^{cc},74$.

» Lorsqu'on soumet à l'analyse un mélange d'alcool méthylique et d'acétone, on rencontre une difficulté : l'iodure recueilli retient, même après avoir été agité avec de l'eau, une certaine quantité d'acétone inaltérée qui en augmente le volume de telle façon, que les résultats obtenus sont toujours trop forts et souvent dans une proportion considérable.

» Nous avons alors cherché un moyen d'évaluer la quantité réelle d'iodure de méthyle qui existe dans un mélange de ce corps et d'acétone, et nous avons trouvé qu'un simple lavage à l'eau, effectué dans des conditions particulières, permet d'atteindre ce but. Pour cela, nous avons pris une série de mélanges d'iodure de méthyle et d'acétone dans lesquels la proportion du premier corps variait de 70 à 99 pour 100. En agitant chacun de ces mélanges avec son volume d'eau, nous avons constaté que le volume apparent de l'iodure de methyle subissait une diminution, toujours la même pour un mélange donné et variable d'un mélange à l'autre. Nous avons alors inscrit dans un Tableau les diminutions de volume observées et, en regard, les compositions des mélanges correspondants.

» Il devient dès lors facile, dans une analyse, d'éliminer la cause d'erreur due à la présence de l'acétone : quand on a agité l'iodure recueilli avec de l'eau, comme nous l'avons dit plus haut, on note le volume apparent de l'iodure, on siphonne l'eau surnageante et l'on effectue un deuxième

lavage avec un volume d'eau égal à celui de la couche d'iodure. Celle-ci subit alors une diminution, d'où l'on conclut immédiatement, au moyen du Tableau mentionné ci-dessus, le volume réel de l'iodure contenu dans le volume apparent primitif.

» Au nombre ainsi obtenu il y a lieu, ici encore, d'ajouter deux autres nombres pour avoir la quantité totale d'iodure fournie par le méthylène analysé. L'un de ces nombres représente la quantité d'iodure dissoute dans l'eau du premier lavage; l'autre est la perte constante due à l'appareil employé.

» Comme vérification, nous avons soumis à l'analyse divers mélanges d'alcool méthylique et d'acétone; nous en citerons seulement deux, qui contenaient l'un 40 pour 100, l'autre 70 pour 100 du premier corps et qui ont donné les nombres 41 et 70,2 pour 100. Ces résultats sont suffisamment approchés pour qu'on puisse considérer comme négligeables les erreurs dues à la présence de l'acétone. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la durée et de l'intensité sur la perception lumineuse.* Note de MM. **Ch. Richet** et **Ant. Breguet**, présentée par M. Vulpian.

« On admet en général que la lumière est toujours perçue, même si sa durée est très-courte, et l'on cite, non sans raison, l'exemple de l'étincelle électrique, qui ne dure qu'un temps extrêmement court et qui est toutefois vue avec netteté.

» Cependant nous avons pensé qu'avec des lumières plus faibles que l'étincelle électrique l'influence de la durée très-courte n'était pas négligeable, et, en effet, l'expérience a confirmé nos prévisions.

» Nous ne décrirons pas ici l'appareil qui nous a servi à produire des éclairs très-courts; il nous suffira de dire que l'on pouvait, au moyen de cet appareil, soit diminuer l'intensité lumineuse en plaçant au-devant de la flamme éclairante des plaques de verre enfumé, soit diminuer la durée de l'éclair en tendant plus ou moins un ressort. A l'aide de notre appareil, nous pouvions obtenir des éclairs ne durant que $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» Nous sommes arrivés, en procédant ainsi, aux résultats suivants :

» 1° Une lumière faible, perçue nettement quand elle impressionne pendant quelque temps la rétine, devient invisible quand sa durée diminue.

» 2° Pour la rendre visible de nouveau, il suffit soit de la rendre plus intense, soit d'augmenter sa durée.

» 3° On peut encore la rendre visible en répétant rapidement (au moins 50 fois par seconde) cette excitation lumineuse faible et de courte durée.

» 4° Des lumières colorées sont soumises aux mêmes lois, et en outre sont toujours vues avec leur coloration propre, qu'elles soient fortes ou faibles, longues ou brèves.

» On peut donc comparer ces phénomènes aux phénomènes de l'addition latente, dont l'un de nous a démontré l'existence, et pour le mouvement musculaire, et pour la perception sensitive.

» On voit aussi qu'il y a dans la vision rétinienne une période d'inertie, peut-être négligeable pour les lumières intenses, mais dont pour les lumières faibles il faut tenir compte, puisqu'une lumière faible met un temps appréciable à vaincre cette inertie de la rétine (1). »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la structure intime du système nerveux central des Crustacés décapodes.* Note de M. E. Yung, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les travaux de Helmholtz, Remak, Haëckel, Owsjannikow, Lemoine, etc., ont établi que la composition histologique du tissu nerveux des Crustacés est analogue à celle du même tissu chez les Vertébrés. Toutefois, il existe entre elles des différences sur lesquelles les auteurs cités ne sont pas entièrement d'accord.

» Nous avons entrepris des recherches nouvelles dans cette direction, et nous les avons étendues à la disposition des éléments dans les masses ganglionnaires. Ces recherches ont porté sur les Macroures (*Homard, Écrevisse, Palémon*, etc.,) et sur les Brachyures (*Cancer menas, C. paragus, Portunus puber, Maïa squinado*, etc.); elles nous ont conduit aux résultats suivants.

» Le tissu nerveux des Crustacés est composé de fibres et de cellules.

» Les fibres présentent toujours une enveloppe et un contenu. L'enveloppe est ferme, élastique, résistante et tapissée de noyaux irrégulièrement distribués; elle est simple chez les tubes étroits et double chez les larges. Son épaisseur varie de $0^{\mu},5$ à $2\ \mu$. Le contenu est semi-liquide, visqueux,

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. le professeur Marey.

toujours parfaitement clair et homogène. L'eau distillée et la plupart des réactifs y font apparaître des granulations décrites comme normales par les premiers observateurs.

» On peut noter dans les fibres très-larges une concentration plus grande du plasma nerveux vers le centre de la fibre, qui se trahit par un aspect nuageux dans cette région ; mais, contrairement à l'opinion de Remak, on n'y rencontre jamais de faisceaux fibrillaires qui puissent être homologués avec le cylinder-axis des nerfs des Vertébrés. La structure fibrillaire n'apparaît qu'après l'action des réactifs.

» Le diamètre des fibres varie de 10 à 150 μ.

» Le contenu des cellules est également entouré d'une enveloppe ; cette dernière est parfois si fine, qu'il est difficile de la mettre en évidence ; elle ne présente jamais de noyaux, et son contour est toujours simple. Le contenu est en tous points semblable à celui des tubes. Il y flotte un nucléus (quelquefois deux) renfermant un ou plusieurs nucléoles, qui contiennent à leur tour des nucléolules. Ces derniers ne sont que des amas de granulations.

» Les cellules sont apolaires, monopolaires, bipolaires. On en rencontre rarement à trois prolongements. Leurs dimensions varient de 30 à 200 μ. Elles se comportent vis-à-vis des réactifs de la même manière que les fibres ; ces dernières ne sont bien réellement que de simples prolongements cellulaires. L'acide azotique et l'acide picrique font apparaître sur ces deux éléments des striations longitudinales très-caractéristiques qui parlent en faveur de leur identité. M. Cadiat a appelé dernièrement l'attention sur cette réaction (1).

» L'absence de myéline et de cylinder-axis différencié chez les fibres, la forme et la composition des cellules rapprochent ces éléments de ceux du grand sympathique des Vertébrés ; ils n'en diffèrent que par leurs dimensions. Les éléments groupés dans les connectifs et les ganglions sont entourés d'une double enveloppe conjonctive ; un *névrilème externe* compacte et résistant, finement strié longitudinalement, renfermant des noyaux, des fibres élastiques et quelquefois des cellules pigmentaires étoilées ; l'ensemble de sa structure rappelle celle de la *gaîne lamellaire* de M. Ranvier, enveloppant les faisceaux nerveux des Vertébrés. Un *névrilème interne*, mou, composé de lamelles, de fibres et de noyaux, pénètre entre les faisceaux nerveux et se rapproche du *tissu intra-fasciculaire* du même auteur ; il est parcouru par des vaisseaux sanguins.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1420.

» Des coupes transversales nous apprennent que les connectifs ne sont composés que de fibres. Il n'existe nulle part de séparation entre les fibres larges et les fibres étroites.

» Les cellules des ganglions sont distribuées à leur surface. Dans les ganglions abdominaux, elles abondent surtout à la face supérieure et sur les faces latérales.

» La face supérieure est, en outre, occupée par des faisceaux de fibres longitudinales qui traversent le ganglion sans s'y arrêter ; elles montent dans le cerveau et établissent la solidarité entre cet organe et les autres ganglions de la chaîne.

» Il existe dans chaque ganglion trois faisceaux de fibres commissurales qui unissent les deux portions latérales de chaque ganglion.

» Le cerveau des Crustacés est constitué sur un plan analogue à celui décrit par les auteurs chez les Insectes. On peut y distinguer des mamelons antérieurs, postérieurs et latéraux. Ces mamelons sont constitués par une substance médullaire, finement ponctuée, divisée par de fines lamelles conjonctives, et qui brunit sous l'action de l'acide osmique. Cette substance médullaire est recouverte d'une couche de noyaux autour desquels il n'est pas possible de distinguer une enveloppe cellulaire.

» Les nerfs des sens spéciaux prennent leur origine dans des cellules à la surface des mamelons.

» L'étude histologique du cerveau confirme les vues théoriques anciennement émises par M. Milne Edwards, et qui l'ont conduit à considérer cet organe comme formé de trois paires de ganglions ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la Wagnérite de Bamle, en Norvége, et sur une rétinite de Russie.* Note de M. **F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« *Wagnérite.* — Ce phosphate de magnésie fluorifère a été rencontré d'abord à Werfen en Salzbourg, où il est très-rare, surtout en cristaux nets. Dernièrement on a décrit, sous le nom de *Kjerulfine*, un minéral de composition analogue, mais contenant plusieurs centièmes de chaux et provenant de Bamle, en Norvége; les échantillons reçus de cette localité étaient en masses jaunâtres, associées quelquefois avec de l'albite appelée *Tschermakite.* Il y a peu de temps, j'ai reçu, sous le nom de *Kjerulfine cristallisée*,

([1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, dirigé par M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

de grands cristaux pesant jusqu'à plusieurs kilogrammes, en prismes rhomboïdaux de 122 degrés, avec une légère modification sur l'arête obtuse et sans terminaison. Ce prisme est formé des faces g^3, lesquelles dominent ordinairement dans les cristaux de Wagnérite.

» L'intérieur de ces cristaux est tantôt en grande partie homogène et formé d'une substance vitreuse jaune, qui est de la Wagnérite à peu près pure, tantôt traversé par des veines blanchâtres, à éclat pierreux, qui contiennent beaucoup de chaux (mélange d'apatite), tantôt formé presque entièrement d'une matière blanchâtre ou rosée, qui est en grande partie de l'apatite; au milieu de cette masse, il reste quelquefois des noyaux bien frais de Wagnérite jaune. Certains cristaux, jaunes à l'intérieur, sont enveloppés par une croûte blanche pierreuse d'apatite. De ces faits il résulte que les cristaux de Wagnérite de Bamle ont la plus grande tendance à se changer en apatite et ne sont, la plupart du temps, que des pseudomorphoses.

» L'analyse de la Wagnérite de Bamle a donné :

Acide phosphorique	43,7
Magnésie	34,7
Chaux	3,1
Magnésium	6,8
Fluor	10,7
Résidu	0,9
	99,9

Densité	3,12

» Ces nombres correspondent à la formule ordinaire de la Wagnérite :

$$(\dot{\text{Mg}}\,\dot{\text{Ca}})^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{P}}\text{h} + \text{Mg Fl}.$$

» Il est donc évident que le minéral appelé *Kjerulfine* n'est qu'une simple Wagnérite plus ou moins pure, puisque les premiers échantillons massifs avaient donné à l'analyse jusqu'à près de 10 pour 100 de chaux, tandis que dans les cristaux que je viens d'examiner on n'en trouve plus que 3 pour 100. D'ailleurs, la présence de cette base s'explique facilement par la grande tendance des échantillons de cette localité à se changer en apatite.

» *Rétinite de Russie.* — J'avais depuis longtemps dans ma collection, sous le nom de *grenat manganésien de Russie*, un minéral massif, assez friable, à structure un peu testacée et ayant exactement la couleur d'un grenat. Ce

morceau est, à l'extérieur, comme poli ou roulé d'une manière irrégulière. Un essai au chalumeau, par lequel je constatai qu'il se gonflait et blanchissait avant de fondre, ainsi que sa faible densité, me fit entreprendre son examen chimique, et l'analyse est venue montrer qu'en effet ce n'était point un grenat. Sa densité est de 2,31.

» Il a donné à l'analyse :

Silice	67,50
Alumine	16,34
Oxyde ferrique	1,16
Potasse	3,88
Soude	3,92
Chaux	2,20
Perte au feu	5,90
	100,90 »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le verglas du mois de janvier* 1879. Note de M. L. GODEFROY. (Extrait.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des observations qui ont pu être faites, au petit séminaire de La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret), sur ce phénomène assez rare.

» Pendant trois jours consécutifs, les 22, 23 et 24 janvier 1879, la pluie n'a cessé de tomber, et cependant le thermomètre se maintenait à 2, 3 et même 4 degrés au-dessous de zéro. Le pluviomètre accusa, pour ces trois jours, 36^{mm},3. Une partie seulement de cette eau se congela sur les objets qu'elle atteignit dans sa chute.

» Lorsque la pluie était peu abondante, chaque gouttelette se solidifiait instantanément, même sur des objets chauds; elle affectait alors la forme de petites pastilles aplaties et irrégulières; le phénomène était surtout remarquable sur les étoffes de laine, et était manifestement dû à ce que ces gouttelettes avaient été amenées à l'état de surfusion par leur passage au travers de l'air froid. La solidification se produisait au moment où les gouttes rencontraient des corps solides.

» Lorsque, au contraire, la pluie était abondante, les choses se passaient autrement : une partie de l'eau se transformait immédiatement en glace; l'autre partie roulait sur les objets et le sol, dont elle suivait les pentes naturelles; pendant ce trajet sur des corps froids, au sein d'une atmo-

sphère glaciale, une nouvelle couche de glace se formait et produisait des stalactites.

» Le poids des branches recouvertes de glace augmenta de plus en plus : dès la première nuit, plusieurs furent brisées. Dans la soirée du second jour, le phénomène prit des proportions effrayantes. Toute la nuit, les craquements se succédèrent avec une rapidité toujours croissante : le lendemain matin, les branches arrachées et brisées jonchaient le sol; des arbres entiers gisaient déracinés, d'autres, et des plus grands, étaient fendus en deux depuis le sommet jusqu'à la base. Le plus grand nombre étaient entièrement dépouillés de leurs branches, et certaines régions boisées simulaient assez bien les abords d'un bassin à flot, hérissé de mâts.

» On ne sera pas étonné de ces effets extraordinaires, si l'on a égard aux chiffres suivants. Une brindille de tilleul fut pesée : la balance accusa 60 grammes par décimètre de longueur; cette même brindille, dépouillée de la glace qui l'entourait, ne pesait que $0^{gr},5$. Une feuille de laurier portait une carapace de glace de 70 grammes.

» Tous les objets exposés à la pluie furent également recouverts de glace. Le gazomètre de notre usine, soudé à ses colonnes de fonte, ne descendait plus que par secousses; les chaînes fixées aux poulies se brisèrent, et les contre-poids restèrent suspendus, attachés seulement par la cohésion de la glace. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets produits, à Fontainebleau, par le verglas des* 22, 23 *et* 24 *janvier* 1879. Note de M. **P. Piébourg**, présentée par M. Decaisne. (Extrait.)

« Le 22 janvier, vers 10 heures du matin, une pluie froide commença à tomber; quelques minutes après, le sol était déjà devenu assez glissant pour rendre la marche difficile. Cette pluie continua presque sans interruption jusqu'au lendemain, vers 10 heures du soir, c'est-à-dire pendant une durée de trente-six heures; la température a d'ailleurs, pendant tout ce temps, été à peu près constante, de 3 degrés seulement au-dessous de zéro.

» Une couche de glace, de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, a couvert complétement le sol. Cette couche de glace adhérait aux toits, s'attachait aux parois verticales des murs; nous avons vu des perrons dont les contre-marches en étaient revêtues sur une épaisseur presque aussi grande que les marches elles-mêmes. A toutes les parties horizontales et saillantes

des édifices étaient suspendues des stalactites, de longueur et d'espacement très-réguliers.

» Sur les pelouses, chaque brin d'herbe était entouré d'une gaîne de glace, atteignant parfois jusqu'à 3 centimètres de diamètre.

» Des massifs d'arbustes à feuilles persistantes, tels que rhododendrons, alaternes, lauriers-cerises, etc., ne formaient qu'un seul bloc de glace, à travers lequel on distinguait assez nettement les feuilles et les branches.

» Quant aux arbres verts, tels que sapins, épicéas, etc., chaque couronne de branches s'était affaissée sur la couronne immédiatement inférieure, la plus basse reposant elle-même sur le sol, et le tout ne faisait qu'une immense pyramide de glace; les branches se soutenaient ainsi mutuellement : aussi, ces arbres ont-ils généralement pu résister à l'énorme poids qui les surchargeait.

» Les branches des arbres à feuilles caduques étaient complétement entourées d'une gaîne de glace d'une grande épaisseur. Pour les menus branchages, le diamètre de cette gaîne allait jusqu'à quatre ou cinq fois celui de la partie enveloppée; quant aux troncs, quoique verticaux, quelques-uns portaient une couche variant de 1 à 2 centimètres, mais généralement cette couche n'était pas continue et adhérait du côté exposé à l'est et au nord-est. L'énorme poids de cette glace a fait ployer et rompre un nombre considérable de branches de toutes dimensions, et même des arbres tout entiers, parmi les plus gros du parc, ont été soit brisés avec fracas, soit courbés jusqu'à voir leur cime toucher la terre, soit enfin arrachés, dans les endroits où le sol sablonneux était moins résistant; nous en avons mesuré un, entre autres, qui n'avait pas moins de $2^m,20$ de circonférence à la base et de 37 mètres de hauteur, lequel était rompu à $4^m,50$ environ au-dessus du sol.

» Voici quelques résultats numériques, indiquant le rapport entre le poids de certaines branches et celui de la glace qu'elles avaient à supporter :

	Poids	
	avec la charge de glace.	après avoir fait fondre la glace.
Branche d'alaterne	200^{gr}	7^{gr}
Autre branche d'alaterne	210	11
Branche de rhododendron	360	13
Branche d'épicéa	660	30
Branche de bouleau	700	50
Branche de bouleau (de 5 centimètres de diamètre, ayant rompu sous le poids)	29^{kg}	4^{kg}

» La température étant montée à zéro le samedi 25, vers midi, le dégel a commencé, et a continué pendant les jours suivants. Il ne paraît pas qu'il ait occasionné de nouveaux bris d'arbres à feuilles caduques; mais il n'en a pas été de même des arbustes à feuilles persistantes: la glace qui reliait entre elles les différentes têtes des rhododendrons, par exemple, ayant fondu d'abord, chaque branche a été entraînée par le poids de la tête, encore chargée d'une couche assez épaisse. Les branches qui ne se sont pas brisées ne paraissent d'ailleurs pas avoir souffert du froid et ont repris l'aspect qu'elles avaient quelques jours auparavant.

» Nos communications télégraphiques ont été interrompues; les fils, de 4 millimètres de diamètre, étaient entourés d'une gaîne cylindrique de glace d'épaisseur très-régulière, de 38 millimètres de diamètre, ce qui fait plus de neuf fois le diamètre du fil lui-même. Il n'est donc pas étonnant que les lignes aient été rompues en un nombre considérable d'endroits (1). »

M. CHASLES présente à l'Académie le cahier d'octobre du *Bullettino di Bibliografia*, etc., de M. le prince Boncompagni. Il signale deux Lettres du P. Benedetto Castelli à Mgr Ferdinando Cesarini, dont la première, du 20 septembre 1638, n'avait jamais été entièrement publiée. Un passage de cette Lettre, publié par Nelli en 1793, est relatif à l'instrument appelé *thermomètre de Galilée*.

Dans une Notice qui précède ces deux Lettres, M. Boncompagni fait remarquer que cet instrument se trouve décrit dans l'Ouvrage de Blancanus, *Sphœra mundi seu Cosmographia demonstrativa*, de 1620, et dans d'autres Ouvrages postérieurs.

La seconde des deux Lettres est relative à la mesure des fontaines. Cette Lettre, publiée déjà en 1660, est reproduite d'après le manuscrit autographe possédé par la Bibliothèque royale de Parme. Cet exemplaire est le plus complet, contenant deux passages inédits (p. 632-635).

Nous citerons encore un article inédit de Mazzuchelli sur les travaux de Benedetto Castelli.

Enfin se trouve une annonce très-étendue (p. 666-698) des publications récentes relatives aux Sciences mathématiques et physiques.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

---

(1) Nous joignons à cette Note trois feuilles de croquis et quelques épreuves photographiques faites à notre laboratoire.

COMITÉ SECRET.

Dans le Comité secret du lundi 27 janvier, la Commission chargée de préparer une liste de candidats à une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Bienaymé*, avait fait la présentation suivante :

En première ligne............ M. LALANNE,

En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*.......... { M. BERTIN, M. GRUNER.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1878.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1877. Paris, Impr. nationale, 1878; in-fol.

Sur la construction de la Règle géodésique internationale; par MM. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE et E. MASCART. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-4°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXII, 4[e] série, t. II, livr. 3. Bordeaux, imp. Cadoret, 1878; in-8°.

W. DE FONVIELLE. *Comment se font les miracles en dehors de l'Église.* Paris, Dreyfous, sans date; 1 vol. in-12.

École provençale de Lithotomie au XVIII[e] *siècle; par le* D[r] F. CHAVERNAC. Marseille, typ. Barlatier-Feissat, 1879; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 janvier 1879.)

Page 145, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $-\gamma' \frac{P\zeta}{G\sigma}$, *lisez* $-\frac{d}{ds}\gamma' \frac{P\zeta}{G\sigma}$.

Page 146, lignes 2, 3, 4 en remontant, *au lieu de* E_σ, *lisez* $E\sigma$.

Page 147, ligne 3 du texte, en remontant, *au lieu de* $I_n + I_3$, *lisez* $I_\eta + I_\zeta$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

FERMENTATIONS. — *Dernière réponse à* M. Pasteur. Note de M. Trécul.

« J'avais résolu de garder le silence; mais, dans sa réponse à M. Berthelot (p. 134 de ce volume), M. Pasteur, dont le langage est si peu mesuré, m'accuse, sans la moindre preuve à l'appui, d'altérer des textes et de changer l'acception vulgaire des mots, pour arriver à prouver qu'il s'est contredit. Ce sont là des accusations bien vaines, puisqu'il est si facile de comparer les textes que j'ai cités. Ce n'est pas la première fois que je mets M. Pasteur en contradiction avec lui-même. Je l'ai fait surtout dans ma Communication du 18 février 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 435), que je prie le lecteur de relire tout entière. Il y a là bon nombre d'exemples des contradictions de notre confrère, qui a presque toujours sur chaque question deux opinions opposées, qu'il invoque suivant les circonstances.

» Ce n'est donc pas, comme le dit M. Pasteur, dans le but d'affaiblir les services qu'il a pu rendre, que je l'ai contredit. C'est pour la défense de mes opinions et de la vérité, compromises par les quiproquos perpétuels de notre confrère. C'est le grand problème de la modification des êtres sous l'influence des milieux dans lesquels ils vivent, qui est en question. C'est ce problème que M. Pasteur a combattu, et vers lequel il a été ramené par

la puissance des faits dans ses derniers travaux. C'est encore lui que notre confrère rétrécit en admettant des êtres inférieurs exclusivement *anaérobies*, bien que pour chaque espèce il ait toujours deux états très-distincts, l'un tué par l'air, l'autre conservé vivant et disséminé par cet air.

» Cela dit, examinons maintenant la valeur des reproches que m'adresse M. Pasteur, à l'occasion de ma critique du 13 janvier, concernant sa classification des êtres inférieurs en deux ou en trois classes.

» Le 20 de ce mois, M. Pasteur nous a fait à ce sujet une lecture bien plus longue que ce qui a été imprimé. Il est regrettable que le texte entier n'ait pas été reproduit par les *Comptes rendus*. Il montrait l'embarras de M. Pasteur, qui, pour faire diversion, m'appelait sur le terrain de la génération spontanée, affirmant que j'ai renoncé à toutes mes anciennes opinions. Ayant reconnu sans doute, après réflexion, que cet autre terrain n'a pas pour lui toute la solidité désirable, notre confrère n'a conservé de sa lecture que deux passages, que je vais discuter.

» Aux pages 106 et 107 de ce volume, M. Pasteur dit que j'ai eu le tort de prétendre que, pendant un certain nombre d'années, la levure de bière a été pour lui « l'*anaérobie* par excellence, c'est-à-dire le *type des ferments* ou *zymiques* ». Voici ma réponse.

» En 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 787), M. Pasteur écrivit cette phrase :

« La *levûre de bière*, ce TYPE DES FERMENTS, et les *autres ferments organisés* que j'ai découverts nous apparaissent dès lors comme des plantes ou animalcules qui ne diffèrent des organismes inférieurs qu'en ce qu'ils ont la faculté de vivre et de se multiplier *à l'abri du contact de l'air*, d'une manière régulière et prolongée. »

» Il est bien évident qu'ici la levûre de bière est regardée comme le *type des ferments*. De plus, cette phrase est en accord parfait avec la délimitation des *zymiques* ou *anaérobies* donnée par M. Pasteur. En établissant, en 1863, sa classification des êtres inférieurs en *aérobies* ou *azymiques* et en *anaérobies* ou *zymiques*, M. Pasteur ne fit aucune réserve pour la levûre de bière. Or, si cette classification signifie quelque chose, *zymiques* et *anaérobies* étant synonymes, la levûre de bière est le type des *anaérobies* et des *zymiques*.

» Si, en posant ces principes, M. Pasteur n'a pas tenu compte de deux petites Notes de 1861, à lui seul en revient la responsabilité. C'est là un de ces cas de contradiction qui lui sont si familiers.

» Sans quitter la levûre de bière, il n'est pas difficile d'indiquer d'autres extes qui sont en contradiction formelle entre eux. Il suffit pour cela de consulter le principal ouvrage de notre confrère, ses *Études sur la bière*

(1876), dans lequel l'auteur a dû réunir ses opinions les mieux arrêtées. Quand on fait un livre sur la bière, il semble que l'un des points que l'on a dû d'abord élucider, c'est la nature de la *levûre haute* et de la *levûre basse* des brasseries. On a dû déterminer si ces deux levûres sont réellement distinctes, ou si elles ont une origine commune. Ouvrons ce volume aux pages 189 et 190, nous trouvons ce qui suit :

« Dans mon Mémoire sur la levûre alcoolique, inséré en 1860 dans les *Annales de Chimie et de Physique*, n'ayant pas fait d'observations spéciales, j'avais adopté l'opinion de l'identité des deux levûres.

» Une étude plus attentive me porte à croire qu'elles diffèrent au contraire l'une de l'autre. On aurait beau maintenir la levûre haute aux plus basses températures qu'elle puisse supporter, répéter les cultures dans ces conditions ou élever la température des fermentations par levûre basse, qu'on ne réussirait pas à changer la première en la seconde ou la seconde en la première, à la condition toutefois qu'elles fussent chacune très-pures. Si elles étaient mélangées, le changement dans les conditions de développement ferait apparaître l'une ou l'autre et porterait à croire à une transformation.

» L'opinion générale des brasseurs est différente. Ils admettent généralement que la levûre basse cultivée à haute température devient levûre haute et inversement, que la levûre haute devient basse par des cultures répétées à basse température. Beaucoup m'ont dit l'avoir constaté. Je crois que le succès de cette transformation n'a été qu'apparent et qu'il faut l'attribuer, comme je viens de le dire, à ce qu'on a opéré sur un mélange de deux levûres. »

» Voilà qui est net et précis. Comme dans le cas de l'établissement des *aérobies* ou *azymiques* et des *anaérobies* ou *zymiques*, M. Pasteur ne tient pas compte de ses travaux antérieurs. Rejetant son opinion de 1860 et celle des brasseurs, il admet l'existence de deux levûres, dont le mélange a seul pu faire croire au passage de l'une à l'autre, dit-il.

» Cette opinion si nettement exprimée par M. Pasteur est-elle la seule professée par lui ? Examinons. Continuant notre lecture, nous trouvons à la page 213 :

« Une question se présente assez naturellement à l'esprit : les levûres hautes dont nous avons parlé, celle de l'industrie propre à la fermentation haute des brasseries et celle que j'ai appelée *nouvelle levûre haute*, ne seraient-elles pas des levûres aérobies de levûres basses? Je serais disposé à croire que la levûre que j'ai appelée *nouvelle levûre haute*, au paragraphe précédent, pourrait bien être la levûre aérobie de la levûre basse des brasseries alsaciennes ou allemandes. »

» C'est la transformation soupçonnée ou admise avec quelque doute. Déjà on lit à la page 205 :

« Opère-t-on, en effet, sur une levûre basse, sa levûre aérobie diffère au point de vue

physiologique de celle qui lui a donné naissance, c'est-à-dire qu'elle offre diverses propriétés spéciales qu'on ne retrouve point dans la levûre basse d'origine. Dans la plupart de mes expériences, j'ai vu la nouvelle levûre aérobie *se comporter comme une levûre haute,* montant à la surface, et donnant une bière qui a quelque chose de plus parfumé que la bière de la levûre basse dont elle émane. »

» Enfin, à la page 333, M. Pasteur affirme la transformation des levûres basses en levûres hautes. Je vais encore citer textuellement ces quelques lignes. On lit dans la note du bas de la page :

« .... De cette manière, on n'a pas à craindre la formation des levûres aérobies qui, comme je l'ai dit antérieurement, pourraient avoir l'inconvénient *de transformer les levûres basses en levûres hautes.*

» L'Académie voit qu'il n'est pas nécessaire d'altérer les textes pour mettre M. Pasteur en contradiction avec lui-même.

» Dans ma Note du 13 janvier, j'ai montré que notre confrère n'avait pas plus de raison d'établir trois classes d'êtres inférieurs que deux, et qu'il n'en faut admettre qu'une, puisque les espèces qu'il dit être exclusivement *anaérobies* ont deux états bien distincts, comme je l'ai déjà rappelé plus haut, l'un tué par l'air, le vibrion, l'autre conservé vivant et disséminé par l'air, le corpuscule-germe. Je disais en particulier, à l'égard du vibrion septique, qu'à la page 1040 du tome LXXXVI des *Comptes rendus,* on trouve que ce vibrion se résout en corpuscules-germes qui vivent dans l'air et y sont conservés.

» C'est cette phrase que M. Pasteur ne trouve pas exacte. Il nie avoir écrit que ses corpuscules-germes soient vivants dans l'air. Comme il se garde bien de citer son texte, je vais le faire pour lui. Voici quelques lignes du bas de la page 1040 et du haut de la page 1041 :

« .... Alors, à la place de ces fils mouvants de toutes dimensions linéaires, dont la longueur dépasse souvent le champ du microscope, on ne voit plus qu'une poussière de points brillants, isolés ou enveloppés d'une gangue amorphe à peine visible. Et voilà formée, *vivant* de la vie latente des germes, *ne craignant plus l'action destructive de l'oxygène,* voilà, dis-je, formée la poussière septique, ... nous pouvons comprendre l'ensemencement des liquides putrescibles par les poussières de l'atmosphère. »

» Comment après cela M. Pasteur peut-il affirmer que les corpuscules-germes ne vivent pas dans l'air, qui les conserve? N'a-t-on pas lieu d'être confondu d'étonnement en lisant des négations aussi complétement inutiles que celles-ci :

« *Jamais je n'ai écrit cela,* dit-il, page 107 de ce volume; *jamais je n'ai écrit que les cor-*

puscules-germes du vibrion septique vivent dans l'air. C'est le contraire qui est écrit et prouvé à la page 1040 (du t. LXXXVI). »

» N'est-ce pas jouer avec les mots, comme le met hors de doute la seconde note de la même page 107 du présent volume, qui n'est pas moins surprenante.

» De ce que les germes du vibrion ne sont pas tués par l'air et qu'ils y sont conservés, comme les autres germes de toutes sortes (spores ou graines, etc.), je concluais qu'ils sont *aérobies* et que les vibrions seuls sont *anaérobies*.

» M. Pasteur réplique, dans sa singulière Note de la page 107 :

« M. Trécul change arbitrairement l'acception scientifique ou vulgaire des mots *vie, aérobie, anaérobie.*

» Le mot *vie* signifie nutrition, développement; le mot *aérobie* signifie vie, nutrition, développement au contact de l'air avec absorption de son oxygène; le mot *anaérobie* veut dire vie, nutrition, développement hors du contact de l'air et sans participation aucune de l'oxygène de l'air.

» Les corpuscules-germes NE VIVENT PAS et n'ont aucun des caractères de la vie, c'est-à-dire de la nutrition, du développement, de la génération.

» Les questions que couvrent ces mots, *vie latente des germes*, n'ont jamais été abordées par moi; elles sont hors de discussion. La citation de M. Trécul reste absolument inexacte. »

» M. Pasteur se trompe quatre fois dans cette Note.

» Il s'agit entre nous de classification. Puisque l'espèce en question présente deux états très-distincts, elle ne saurait être dite exclusivement *anaérobie*.

» Le lecteur s'apercevra sans peine que ce n'est pas moi qui change le sens des mots, que c'est M. Pasteur. Parce que ses germes ne se nourrissent pas, ne se développent pas, ne se multiplient pas dans l'air, notre confrère s'écrie : Ils NE VIVENT PAS. C'est évidemment là une altération du sens des mots. C'est un de ces quiproquos dont M. Pasteur abuse si souvent. Cela est si vrai, que les fonctions de nutrition, de développement, de génération peuvent être suspendues dans les êtres (et ce serait le cas des germes de notre confrère) sans que pour cela la vie ait cessé d'exister.

» Les mots *nutrition, développement, génération* ne nous donnent pas la signification du mot *vie.* Ils représentent des caractères, des fonctions des êtres vivants, mais ne nous apprennent absolument rien sur l'essence même de la vie.

» M. Pasteur a dit d'ailleurs que ses corpuscules *vivent* de la vie latente des germes. Je n'ai pas dit autre chose. Comme ils sont conservés vivants dans l'air, tandis que les vibrions sont tués, cela suffit pour prescrire de les considérer comme *aérobies.*

» Je ferai remarquer, en terminant, que les douze lignes de la Note de M. Pasteur contiennent :

» 1° Une contradiction de l'auteur;

» 2° Une altération du sens des mots;

» 3° Une accusation de l'adversaire d'avoir commis cette altération.

» Ainsi argumente M. Pasteur. »

Observations verbales de M. **Pasteur.**

« Toute cette lecture de M. Trécul me paraît sans fondement.

» En ce qui concerne la levûre, ma réponse se trouve page 106 du *Compte rendu* du 20 janvier; l'argumentation de M. Trécul la laisse entière.

» Quant au vibrion septique, il reste vrai que M. Trécul a écrit dans le *Compte rendu* du 13 janvier :

« ... A la page 1040 du tome LXXXVI des *Comptes rendus* (1878) on trouve que le vibrion septique se résout en corpuscules-germes qui vivent dans l'air et y sont conservés »,

et que cette citation est inexacte, c'est-à-dire qu'on ne trouve pas à la page 1040 que *les corpuscules-germes du vibrion septique vivent dans l'air.* M. Trécul continue de confondre les mots *vie latente des germes* au contact de l'air avec la vie, la nutrition, l'évolution, la génération au contact de l'air.

» Nous avons à considérer la vie et la fermentation. La *vie latente* des germes ne m'a jamais occupé, et même, à ma connaissance, mon savant ami et élève, M. Duclaux, est la seule personne qui ait abordé une des mille questions que couvre le mystère qu'expriment ces mots : *vie latente des germes;* c'est lorsque M. Duclaux a prouvé que la graine des vers à soie a besoin du froid de l'hiver pour pouvoir germer au printemps suivant. »

Réponse de M. **Trécul** *aux observations de M.* Pasteur.

« Je n'ai qu'un mot à ajouter : c'est qu'il s'agit entre nous de l'appréciation d'une classification. M. Pasteur a divisé les êtres inférieurs en *aérobies* et en *anaérobies*. Ses espèces *anaérobies* présentent constamment deux états, l'un que l'air tue, l'autre que l'air ne tue pas. N'est-il pas évident que celui qui n'est pas tué *vit,* et est conservé par l'air? S'il vit dans l'air, quelque peu active que soit son existence, il est *aérobie*. En outre, puisque chaque espèce présente deux états différents, M. Pasteur ne pouvait établir une classification qui n'en reconnaît qu'un seul. »

Réponse de M. **Pasteur.**

« Ma classification est ce qu'elle est. Acceptez-la ou rejetez-la, cela vous regarde. Pour moi elle est excellente. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Quatrième réponse à M.* Berthelot; par M. **Pasteur.**

« L'Académie n'a pas oublié l'origine de cette discussion. Soudainement surpris, au mois de juillet dernier, par une publication posthume de Claude Bernard, j'ai montré, dans des expériences nouvelles dont les résultats n'ont pas été contestés, que cette publication avait été non-seulement inopportune, mais en quelque chose nuisible à la mémoire de notre illustre confrère. Contredit par des faits d'expérience, et les faits seuls comptent dans la discussion scientifique, M. Berthelot a tenté de reprendre celle-ci, en la faisant porter cette fois sur des inductions propres à mes travaux. Enfin, M. Berthelot s'est présenté, dans ce nouveau débat, armé seulement d'hypothèses gratuites. Comment oser tenter de renverser des inductions autrement que par des faits démontrés?

» Au début de sa critique, il dit « que je l'ai sommé de produire son opinion sur les questions » en litige. M. Berthelot se méprend sur mes paroles. Je ne lui ai jamais demandé *des opinions,* mais *des faits sérieux.* Suivent six affirmations magistrales que je vais parcourir. Mais je présenterai d'abord quelques observations préalables.

» Le 25 février 1861, j'annonçais à l'Académie la découverte d'êtres anaérobies, c'est-à-dire pouvant vivre sans air et possédant le caractère ferment.

» Le 17 juin suivant, dans une nouvelle Communication, je démontrais que la levûre de bière a deux manières de vivre, qu'elle est tout à la fois aérobie et anaérobie, suivant les conditions de milieu dans lesquelles on la cultive.

» Ultérieurement, j'ai fait connaître l'existence d'autres êtres microscopiques ayant la propriété de se nourrir et de s'engendrer en dehors de toute participation du gaz oxygène libre, ces êtres se montrant toujours, dans ces conditions, des ferments plus ou moins énergiques.

» Avant les découvertes que je rappelle, Berzélius, Mitscherlich, Liebig, Gerhardt, M. Fremy, M. Berthelot et beaucoup d'autres observateurs plaçaient la cause probable des décompositions par fermentation dans des actions de présence, *catalytiques,* pour employer le mot de Berzélius, ou

dans un mouvement communiqué par des matières mortes en voie d'altération. En un mot, le mystère était si grand, qu'on avait recours, pour l'expliquer, à de véritables forces occultes. Lorsque je fus en possession des faits inattendus que je rappelais tout à l'heure, savoir, que les ferments des fermentations proprement dites sont, non des matières mortes, mais des êtres vivants, qu'en outre ces êtres avaient un mode de vie inconnu jusqu'alors, puisqu'ils pouvaient vivre sans air, je rejetai ces forces occultes, et des faits dont je parle je tirai les déductions suivantes :

« Voilà, disais-je le 17 juin 1861, t. LII de nos *Comptes rendus*, voilà les faits dans toute leur simplicité. Quelle est maintenant leur conséquence prochaine? Faut-il admettre que la levûre, si avide d'oxygène, qu'elle l'enlève à l'air atmosphérique avec une grande activité, n'en a plus besoin quand on lui refuse ce gaz à l'état libre, tandis qu'on le lui présente à profusion sous forme de combinaison dans la matière fermentescible? Là est tout le mystère de la fermentation; car, si l'on répond à la question que je viens de poser en disant : Puisque la levûre de bière assimile le gaz oxygène avec énergie lorsqu'il est libre, cela prouve qu'elle en a besoin pour vivre, et elle doit conséquemment en prendre à la matière fermentescible quand on lui refuse ce gaz à l'état de liberté; aussitôt la plante nous apparaît comme un agent de décomposition du sucre....

» .... En résumé, à côté de tous les êtres connus jusqu'à ce jour, et qui, sans exception (au moins on le croit), ne peuvent respirer et se nourrir qu'en assimilant du gaz oxygène libre, il y aurait une classe d'êtres dont la respiration serait assez active pour qu'ils puissent vivre, hors de l'influence de l'air, en s'emparant de l'oxygène de certaines combinaisons, d'où résulterait pour celles-ci une décomposition lente et progressive. Cette deuxième classe d'êtres organisés serait constituée par les ferments de tout point semblables aux êtres de la première classe, vivant comme eux, assimilant à leur manière le carbone, l'azote et les phosphates, et comme eux ayant besoin d'oxygène, mais différant d'eux en ce qu'ils pourraient, à défaut de gaz oxygène libre, respirer avec du gaz oxygène enlevé à des combinaisons peu stables. Tels sont les faits et la théorie qui paraît en être l'expression naturelle que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, avec l'espoir d'y joindre bientôt de nouvelles preuves expérimentales. »

» Telles ont été mes inductions, présentées, j'en fais juge l'Académie, avec la réserve, avec la circonspection que peut réclamer une logique sévère. Aurais-je, depuis dix-huit ans que le passage que je viens de citer est écrit, forcé la note dans l'expression de ces inductions? Bien au contraire : trouvant que ces mots, *respiration avec l'oxygène de combinaison*, étaient trop particuliers, je me suis borné à dire que la levûre prenait son oxygène à des combinaisons oxygénées, ce qui est le fait lui-même, et que son affinité pour ce gaz devait constituer le principe premier de son action décomposante. Voilà pourtant les inductions auxquelles se refuse obstinément M. Berthelot.

» Première affirmation de M. Berthelot :

« Aucun fait positif, dit-il, n'a été produit pour démontrer que le sucre cède à la levûre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments. »

» Ce qui signifie que, M. Pasteur ayant fait une induction, je lui demande gratuitement une preuve, afin de paraître plus profond. Ce premier alinéa des affirmations de M. Berthelot, je le lui renvoie en ces termes :

Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que le sucre NE *cède* PAS *à la levûre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments.*

» Deuxième affirmation :

« Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que la levûre se développe en prenant au sucre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments. »

» Ce sont, pour ainsi dire, rigoureusement les mêmes expressions que celles de la première affirmation. Qu'importe, cela fait nombre. Il y a, toutefois, une addition à cette seconde affirmation : c'est que « la levûre paraît » prendre de l'hydrogène au sucre, de préférence à l'oxygène » ; or, c'est là une assertion tout à fait gratuite.

» Troisième affirmation :

« Aucun fait positif ne démontre que la métamorphose du sucre soit corrélative d'un mode exceptionnel de nutrition des êtres microscopiques, ce mode étant tel qu'ils enlèvent au sucre de l'oxygène combiné à défaut d'oxygène libre. »

» Si dans la pensée de M. Berthelot cette affirmation, qui a peut-être deux sens, n'est pas identique aux deux premières, c'est-à-dire introduite encore pour faire nombre, je déclare qu'elle est erronée, parce que tout l'oxygène provient réellement de l'oxygène combiné si les conditions sont convenables.

Les quatrième, cinquième et sixième assertions de M. Berthelot sont contraires aux observations les plus simples et les mieux établies ; je le démontrerai s'il m'y oblige, quoique cela résulte déjà très-clairement de mes réponses précédentes, ou bien je démontrerai qu'il confond, pour le besoin de sa cause, les mots *coïncidence de fait* et *coïncidence obligée; corrélation de fait* et *corrélation nécessaire.*

» En m'arrêtant aujourd'hui à ces preuves, je craindrais d'allonger trop cette Communication, d'autant plus que j'ai grande hâte d'arriver au corps principal de la nouvelle réplique de mon savant confrère, à sa dissertation thermochimique, qui n'occupe pas moins de deux pages et demie des *Comptes rendus.* M. Berthelot se trouve ici sur un terrain qu'il déblaye depuis nombre

d'années par des travaux persévérants et fort distingués. C'est encore d'une induction qu'il s'agit. M. Pasteur, dit-il, suppose que :

« L'être anaérobie fait la chaleur dont il a besoin en décomposant une matière fermentescible susceptible de dégager de la chaleur par sa décomposition. »

» Cette induction est, suivant moi, non-seulement légitime, mais la traduction même des faits. M. Berthelot, néanmoins, la repousse, et, fidèle à cette méthode que je lui reprochais dans la dernière séance, qui le porte à mettre à la place d'inductions naturelles les hypothèses les plus éloignées des faits, M. Berthelot cherche à établir que le développement des êtres anaérobies se suffit à lui-même sans le concours d'une fermentation simultanée, sans le concours des hydratations et des dédoublements, et il conclut en ces termes :

« Il n'est donc pas probable que le développement vital de la levûre aux dépens du sucre exige l'intervention d'une énergie étrangère, empruntée à la métamorphose simultanée d'une autre portion du sucre en alcool et acide carbonique. »

» Afin d'établir cette conclusion, M. Berthelot fait « l'évaluation de la chaleur mise en jeu dans la transformation du sucre dans les divers principes de la levûre : la cellulose, les matières grasses et les substances albuminoïdes ». A cet effet, et à l'aide de déterminations numériques qu'il emprunte soit à M. Frankland, soit à M. Scheurer-Kestner, soit à Dulong et à lui-même, il cite les chaleurs de transformation

» De 1 gramme de sucre de raisin en cellulose :

» De 1 gramme de sucre de raisin en matière grasse ;

» De 1 gramme de sucre de raisin en albumine, avec le concours d'un sel d'ammoniaque à acide organique.

» Il trouve que la quantité d'énergie chimique nécessaire pour former 1 gramme de levûre est déjà contenue dans 1 gramme de sucre additionné d'une petite quantité d'un sel organique ammoniacal. J'aurais donc, moi, le plus grand tort de m'adresser à la chaleur de décomposition du sucre pour donner à l'être anaérobie la chaleur dont il a besoin.

» Oui, répondrai-je à mon savant confrère, en acceptant l'exactitude de vos nombres, on peut admettre que 1 gramme de sucre, additionné d'une petite quantité d'un sel ammoniacal, contient déjà l'énergie nécessaire pour former 1 gramme de levûre. Oui, vous êtes autorisé à dire que 1 gramme de sucre environ se suffit à lui-même pour la formation de 1 gramme de levûre. Mais vous oubliez la vie. Lorsqu'on considère un être vivant quelconque, une minime partie de l'énergie empruntée aux aliments

est employée à la formation du *cadavre;* le reste de cette énergie, *reste que vous oubliez*, a été dépensé pendant la vie. Il n'y a aucune relation entre le poids considérable des aliments exigés pour la vie d'un animal pendant son existence et le poids de son corps. Vous considérez seulement l'épargne d'énergie chimique accumulée dans l'organisme; vous considérez, si l'on peut ainsi dire, l'énergie utilisée pour construire le corps et vous laissez de côté l'énergie dépensée pendant la vie, qui n'a fait que traverser le corps, qui se retrouve tout entière et sous forme de chaleur dégagée et sous forme d'énergie chimique contenue dans les produits excrétés. Vous dites, par exemple : avec tant de minerai et tant de houille, je puis construire une locomotive, mais vous oubliez que, si vous voulez faire fonctionner la locomotive, la faire marcher, ou seulement la tenir sous pression, il faudra lui fournir encore bien d'autres quantités de houille. De même, et en conséquence, pour entretenir la vie de la levûre, il faudra bien d'autres quantités d'aliments que celle que vous considérez. Celle que vous considérez ne correspond qu'à la formation de la levûre.

» Il y a un autre passage de la Note de M. Berthelot dans lequel mon savant confrère oublie encore la vie : c'est celui où, parlant de la levûre qui ne peut prendre de l'oxygène au sucre, il dit que « *nous ne connaissons aucun principe immédiat qui puisse enlever à froid l'oxygène du sucre* ». Est-il donc permis de comparer une cellule et l'action possible de son protoplasma vivant à un principe immédiat, à un produit chimique?

» Après avoir établi les raisonnements suivant moi très-défectueux dont je viens de parler, M. Berthelot continue dans ces termes :

« Ainsi, nous n'avons affaire qu'à de pures imaginations dans toute cette Physiologie nouvelle, que M. Pasteur déclare aujourd'hui avoir inaugurée (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 135, au milieu; 27 janvier 1879), après avoir assuré avec plus de vérité, il y a quelques semaines (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1055, au bas; 30 décembre 1878), qu'il ne la connaissait nullement. »

» Je cherche, mais en ayant peur de la deviner, la signification de ce soin puéril, puéril parce que le lecteur est parfaitement informé, je cherche, dis-je, la signification de ce soin avec lequel M. Berthelot dénonce à l'Académie que j'ai déclaré *à telle page, à tel tome, à telle ligne, et tel jour* avoir inauguré une Physiologie nouvelle, lorsque *page, tome, ligne et jour* font partie de la discussion actuelle. En signalant des faits qui ont « inauguré une Physiologie nouvelle », aurais-je donc fait à l'amour-propre de notre confrère une blessure vive ? Pourquoi chez lui ce vain désir de me trouver en contradiction avec moi-même, parce que le 30 décembre dernier, ayant écrit que je ne connaissais pas la Physiologie des êtres anaérobies, j'ai déclaré le 27 janvier suivant que l'existence de ces êtres inaugurait une Phy-

siologie nouvelle? A qui M. Berthelot espère-t-il donner le change sur le sens de mes paroles dans les deux séances qu'il rappelle? Qui mieux que lui doit savoir que le 30 décembre, lorsque j'ai parlé de la Physiologie des êtres anaérobies comme l'ignorant entièrement, il s'agissait de cette Physiologie dans ce qu'elle a de plus intime, c'est-à-dire, et je le mentionnais même tout aussitôt, de la connaissance de l'équation de la nutrition, inconnue même chez les êtres aérobies de grande taille? Qui mieux que lui doit savoir que le 27 janvier, au contraire, quand j'ai parlé de Physiologie nouvelle, je venais d'énumérer les faits, les grands faits qui en sont la base essentielle?

» Et maintenant, pour passer à un autre point du débat, je me hâte de reconnaître avec empressement qu'il y a un passage de la Note de mon savant confrère sur lequel je suis tout à fait de son avis : c'est que la discussion actuelle est épuisée. Bien plus, j'ose dire qu'elle a eu ce caractère avant même de naître. Je n'ai pas encore compris qu'après la réfutation que j'avais faite de l'écrit posthume de Bernard, écrit qui m'avait si hardiment provoqué, notre confrère, quelque peu meurtri par cette réfutation, pût aborder une lutte nouvelle sans autre arme que l'hypothèse, arme proscrite dans le sein de l'Académie des Sciences depuis qu'elle existe. Comment mon savant ami n'a-t-il pas senti que les inductions qui remplissent les travaux de chacun de nous ne peuvent servir d'objet de discussion, à moins qu'on n'apporte des faits nouveaux, qui les renversent? Comment M. Berthelot n'a-t-il pas senti que le temps est le seul juge en cette matière et le juge souverain? Comment n'a-t-il pas reconnu que, du verdict du temps, je n'ai pas à me plaindre? Ne voit-il pas grandir chaque jour la fécondité des inductions de mes études antérieures, et, dans le sujet même qui nous occupe, n'a-t-il pas entendu dans la dernière séance une lecture remarquable de notre jeune confrère, M. Van Tieghem, qui apporte à mes vues sur les fermentations en général et sur les êtres anaérobies des confirmations précieuses, en même temps qu'une condamnation nouvelle de la doctrine des générations dites spontanées? Enfin, comment ne s'est-il pas souvenu qu'à maintes reprises déjà l'Académie a vu les plus illustres de ses membres juger favorablement les déductions de mes travaux? Sans affecter une vaine modestie, je tiens à rappeler une de ces circonstances. Le Rapport auquel je fais allusion mériterait d'être reproduit intégralement; je viens de le relire avec la plus profonde émotion. Toutefois, je me bornerai à en citer les dernières lignes :

« C'est en examinant d'abord les recherches de M. Pasteur dans l'ordre chronologique, et en en considérant ensuite l'ensemble, qu'on peut apprécier LA RIGUEUR DES JUGEMENTS DU SAVANT DANS LES CONCLUSIONS QU'IL EN DÉDUIT, et la perspicacité

d'un esprit pénétrant qui, fort des vérités qu'il a trouvées, se porte en avant pour en établir de nouvelles. »

» Quelle est la date du Rapport dont il s'agit? 25 décembre 1861, c'est-à-dire de l'année même où j'avais reconnu l'existence d'êtres anaérobies dont ce Rapport fait mention, ainsi que de beaucoup d'autres découvertes qui me sont personnelles et que le temps a respectées. Et quel est celui de nos confrères qui s'exprimait ainsi en 1861? Est-ce un homme qui ne mesure point ses paroles? Est-ce un homme inhabile dans la propriété des termes? Est-ce enfin un homme habitué à l'indulgence dans l'éloge? Sur ces trois points, l'Académie tout entière répondra non, lorsque j'ajouterai que ce confrère est l'illustre doyen de l'Institut et de cette Académie, M. Chevreul. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence d'un appareil préhenseur ou complémentaire d'adhérence, dans les plantes parasites.* Note de M. A. CHATIN.

« Les espèces parasites ne peuvent soutenir leur existence qu'à la condition de rester toujours intimement unies à leurs hôtes. Or on comprend que, si l'adhérence n'a lieu que par de simples suçoirs, elle soit fort exposée à cesser sous l'action de causes diverses, notamment sous celle de balancements qui, imprimés au parasite par les agents du dehors, détermineraient soit la rupture des suçoirs, soit l'arrachement de ceux-ci des sortes de mortaises qu'ils se sont creusées dans les tissus de la plante nourricière.

» Fort heureusement, l'adhérence du parasite à son hôte est généralement maintenue par des appareils spéciaux ou complémentaires d'attache, lesquels sont fournis le plus souvent par l'espèce parasite, quelquefois par la plante nourricière, ou même par les deux à la fois.

» L'appareil complémentaire d'attache, par lequel les rapports des deux plantes sont assurés, peut être désigné sous le nom d'*appareil préhenseur.*

» Le plus souvent, cet appareil est constitué par le développement d'un tissu qui, partant du parasite vers la base du suçoir, s'étend autour de celui-ci en embrassant la plante nourricière. On peut se faire une idée de cette disposition en se représentant le suçoir comme placé au centre d'une cloche dont il serait le battant; tandis que le suçoir s'enfonce dans les tissus de la nourrice, la cloche adhère, comme le ferait une ventouse, à celle-ci par ses bords.

» Si le plus souvent l'appareil préhenseur produit par le parasite se présente, comme il vient d'être dit, sous la forme d'une cloche ou ventouse régulière qui enserre la plante nourricière tout autour du suçoir (*Cuscuta reflexa*, *C. densiflora* et *C. monogyna; Cassytha brasiliensis* et *C. Casuarinæ; Clandestina rectiflora; Melampyrum cristatum, Thesium humifusum, Cytinus Hypocistis*), quelquefois (*Loranthi* spec.) il se prolonge en forme de gouttière. C'est d'ordinaire une gouttière que forment, quand ils sont très-rapprochés, les appareils qui, isolés, affecteraient la forme de cloches.

» Au lieu d'appartenir en propre au parasite dont il procéderait, comme dans les cas ci-dessus, l'appareil préhenseur peut être fourni par la plante nourricière, dont les tissus se relèvent autour du suçoir qu'ils embrassent, et contribuent ainsi à fixer solidement au point d'attache. Cette disposition, qui représente encore une cloche, mais une cloche dressée au lieu d'être renversée, se présente chez le *Loranthus macrosolen* portant le *Viscum tuberculatum*, dans l'*Olea* portant le *Loranthus europæus*, chez le *Bauhinia* et une espèce indéterminée nourrissant, la première un *Frostia*, celle-ci un *Apodanthes*.

» L'adhérence entre le parasite et son hôte peut aussi être complétée par un grand développement hypertrophique commun aux deux plantes et se produisant tout autour du point où s'engage le suçoir. Les tissus hypertrophiés s'appliquent l'un contre l'autre par une surface étendue qui ne peut qu'ajouter beaucoup à la solidité de l'attache, comme le montre bien un *Loranthus* fixé sur le *Citrus* et un *Misodendron* (*Anatomie comparée des végétaux*, *Pl. LXXI*, B, et *Pl. LXXXV*, A, I).

» Il est digne de remarque, et le fait pouvait d'ailleurs être prévu, que c'est plus spécialement lorsque l'existence des appareils préhenseurs paraît être nécessaire pour assurer la solidité des adhérences, que ces organes se développent; au contraire, si l'adhérence est suffisamment établie par des moyens d'ailleurs très-variables, l'appareil préhenseur, rendu inutile, ne se forme pas : les faits suivants le démontrent.

» Parmi les diverses espèces de Cuscutes, les unes, comme le *Cuscuta epithymum*, embrassent étroitement les tiges nourricières de leurs tours rapprochés et étroitement serrés, en même temps qu'elles envoient dans celles-ci des suçoirs nombreux que séparent souvent à peine des intervalles de quelques millimètres; l'adhérence est cent fois assurée, et alors il n'existe pas d'appareil préhenseur. Les *Cuscuta monogyna* et *densiflora* ne s'élèvent, au contraire, que par de lâches tours de spire sur les espèces nourricières, en même temps que leurs suçoirs sont rares et distants. On

voit alors apparaître, complétant des adhérences mal assurées, des appareils préhenseurs en ventouse qui enserrent étroitement la tige nourricière.

» Des appareils préhenseurs en cloche renversée ou ventouse existent aussi, bien développés, chez les *Cassytha Casuarinæ* et *brasiliensis*, à tige simplement volubile.

» L'appareil préhenseur manque dans un certain nombre de parasites sur racines, telles que la plupart des Pédiculariées et des Orobanchées; c'est que l'adhérence aux espèces nourricières est plus ou moins assurée par le sol qui enveloppe le parasite dans la région voisine des points d'attache. L'appareil en ventouse se montre toutefois dans le *Clandestina*, le *Thesium*, etc. On remarquera que, dans les cas assez fréquents où l'on observe chez les parasites à appareil préhenseur des suçoirs *perdus*, c'est-à-dire non engagés dans les plantes nourricières, ces suçoirs ne sont jamais accompagnés d'appareils préhenseurs.

» On comprend l'absence de cet appareil spécial quand il y a enchevêtrement réciproque des tissus ou lorsqu'il existe un engagement complet des racines nourricières dans l'espèce parasite, comme je l'ai signalé pour les vieilles Orobanches, et ainsi qu'on peut le voir dans quelques *Balanophora* et *Langsdorfia* (*Anatomie comparée des végétaux, Pl. XCV* et *XCIX*). Les appareils spéciaux d'adhérence manqueront encore dans le *Viscum* et l'*Arceuthobium*, où les coulées de tissus qui s'épanchent entre l'écorce et le bois de l'arbre nourricier forment une attache très-solide.

» La nature histologique de l'appareil préhenseur est le plus souvent très-simple, celui-ci étant formé en entier par du tissu fondamental, continuation du parenchyme cortical de la plante parasite (*Cuscuta densiflora, Clandestina*, etc.).

» Parfois le tissu parenchymateux est comme renforcé dans son épaisseur par une zone fibro-libérienne (*Cassytha brasiliensis, Cuscuta monogyna*).

» La zone fibro-libéroïde de l'appareil préhenseur peut être dédoublée, comme on le voit quelquefois dans le *Thesium humifusum*. Elle prend un singulier développement et devient multiple dans le *Cassytha Casuarinæ*, où l'élément vasculaire accompagne sur une certaine étendue le tissu libérien. Cette espèce parasite m'a de plus présenté (observation jusqu'à ce jour unique) un prolongement du tissu libéroïde engagé dans la tige nourricière, dont il traversait le très-dur tégument externe. Il est, du reste, bien digne de remarque que la pointe engagée du prolongement libérien n'était plus formée ici que de courtes et très-délicates utricules de tissu fonda-

mental, utricules analogues à celles qui constituent la pointe perforante des suçoirs.

» En se reportant à ce qui précède, on voit par quels faits remarquables d'organisation, faits variés quant aux modes sous lesquels ils se manifestent, mais dirigés tous vers le même but, est assurée la conservation des espèces, même de ces espèces parasites dont nous constatons trop souvent les graves dommages causés aux plus précieuses de nos récoltes, sans apercevoir chez elles de côté utile. C'est là un sujet digne de l'attention du savant, des méditations du philosophe. »

M. DE LESSEPS communique à l'Académie la Lettre suivante, qu'il vient de recevoir du commandant Roudaire :

« Seuil de Gabès, 28 janvier 1879.

» Voici l'état des travaux :

» Deux sondages sont complétement terminés, l'un au bord de la mer et l'autre près de l'Oued-Melah, en face d'Oudref. Tous deux ont été poussés jusqu'à 10 mètres au-dessous de la marée basse, sans que nous ayons traversé autre chose que des sables et des argiles marneuses.

» Un troisième sondage est en cours d'exécution dans le chott Hamès-Met, à 2 kilomètres à l'ouest du sommet du Seuil. Les sondes sont en ce moment à 2 mètres au-dessous de la basse mer. Nous n'y avons rencontré, comme dans les précédents, que des sables et des argiles marneuses. Il sera terminé dans peu de jours.

» Dans le sondage entrepris au sommet du seuil, après n'avoir traversé jusqu'à la profondeur de 40 mètres que des sables et des marnes, nous avons rencontré un banc peu profond de calcaire J'ai fait interrompre le sondage, qui pourra, au besoin, être continué plus tard, et j'ai fait faire, à 1200 mètres au sud, un deuxième sondage. Là nous avons trouvé le calcaire à 28 mètres seulement. Le banc s'incline donc vers le nord, et c'est par conséquent au nord du premier sondage que doit se trouver la faille. C'est dans cette direction que je fais recommencer un autre sondage. Je vous tiendrai au courant des résultats. Dans tous les cas, vous remarquerez que la couche n'est pas bien puissante ou que du moins elle ne gênerait guère les travaux, puisqu'on ne la trouve qu'à 40 mètres de profondeur et que les sondes ne la rencontrent plus à 2 kilomètres à l'ouest du seuil.

» Un fait important à vous signaler, c'est que les Arabes arrivent de tous côtés par bandes pour demander à travailler. Ils s'offrent au rabais; je pourrais, si je le voulais, arriver à ne les payer qu'une piastre et demie, c'est-à-dire $0^{fr},90$ par jour, mais je n'abuse pas de leur besoin de travail. Je n'en occupe en ce moment qu'une quarantaine; si j'avais besoin de cinq cents ouvriers, je les aurais après-demain; je pourrais en avoir 2000 d'ici à huit jours.

» Je ne suis plus campé à Oudref, mais au sommet même du seuil. Là j'ai fait creuser un puits; nous avons trouvé de l'eau potable à 4 mètres au-dessous du sol; elle est très-abondante. Lorsque l'on exécutera les travaux, on n'aura donc pas besoin de se préoccuper de l'eau nécessaire aux travailleurs. »

M. de Lesseps ajoute : « Le dernier résultat mentionné par M. Roudaire, de la rencontre de l'eau douce à 4 mètres en contre-bas du sol de l'isthme de Gabès, sur les points les plus élevés au-dessus du niveau de la mer, me semble fort important au point de vue du travail qui pourra être exécuté plus tard pour le percement de la langue de terre entre la Méditerranée et les chotts.

» Ce fait offre une grande économie, si l'on envisage que, pour le percement de l'isthme de Suez, il a fallu d'abord employer deux mille chameaux pour l'approvisionnement de l'eau à fournir aux travailleurs, et amener ensuite sur la ligne des chantiers l'eau du Nil, par un canal ayant sa prise d'eau à 30 lieues de distance. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le projet de la création d'une mer intérieure dans le Sahara oriental;* par MM. **Ch. Martins** et **Ed. Desor.**

« Dans l'hiver de 1863, nous nous rendions à Biskra avec notre regrettable ami Arnold Escher von der Linth, afin d'avoir une idée de la physionomie du Sahara algérien. A Constantine, M. le général Desvaux, gouverneur de la province, voulut bien nous engager à prolonger notre voyage jusqu'à Tougourth et à pénétrer dans le désert de sable appelé *Oued-Souf;* il fit plus, il nous donna pour guide le capitaine d'artillerie Zickel, qui avait déjà exécuté dans le Sahara un certain nombre de forages artésiens sur le trajet que nous devions parcourir. Nous fîmes ainsi tout le tour du lac salé ou chott Mel-Rir, moitié occidentale de la mer saharienne, dont M. le capitaine Roudaire propose le rétablissement. Le monde savant tout entier applaudit aux études préparatoires si persévérantes et si méritoires de cet officier et de ses collaborateurs. Ayant parcouru ces contrées, nous pouvons, mieux que ceux qui ne les ont pas visitées, nous rendre compte des difficultés à vaincre, des dangers à courir, des fatigues à supporter pour dresser la Carte et déterminer l'altitude négative de ces lacs salés séparés par des terres boueuses, hantées par la fièvre ou bordées de dunes mobiles bouleversées par le souffle brûlant du simoun. Tant qu'il n'a été question que d'études de Géographie physique, nous avons gardé le silence; mais, depuis que l'autorité du grand nom de M. de Lesseps semble aux yeux du public assurer la réalisation de ce projet gigantesque, nous croyons devoir joindre notre faible voix à celles de MM. Dumas, Daubrée, Fuchs, Pomel, Naudin et Cosson pour présenter quelques objections qui nous ont été

suggérées par nos explorations et la lecture des Rapports de M. Roudaire.

» Nous ne mettons point en doute le soin apporté aux nivellements nécessaires pour déterminer les cotes du bord des chotts ou lacs salés qui s'étendent de l'Oued-Rir au golfe de Gabès, et dont la surface est à un niveau inférieur à celui de la Méditerranée. Leur exactitude est la base de tout le projet, et, comme il s'agit ici de différences de niveau qui, suivant M. Roudaire lui-même, ne dépassent pas $31^{m},5$ à l'angle nord-ouest du chott Mel-Rir, on conçoit que des erreurs de 1 ou 2 mètres auraient, dans un pays aussi plat, les plus graves conséquences pour déterminer l'étendue de la surface submersible, le tirant d'eau des navires et même des bateaux à l'approche du rivage, ainsi que la préservation des oasis voisines. Or, si l'on admire, à juste titre, la rigueur exceptionnelle du nivellement des chemins de fer français par M. l'ingénieur Bourdaloue, et celui de la Suisse par MM. Hirsch et Plantamour, qui sont parvenus à éliminer toutes les causes d'erreur, que ne doit-on pas craindre quand il s'agit d'un nivellement exécuté dans le pays classique du mirage, où la surface du sol est constamment altérée et déformée par la réflexion et la réfraction des rayons lumineux qui arrivent à l'œil de l'observateur. Quel est celui qui oserait affirmer que la mire qu'il vise, même dans une portée de 100 mètres, est réellement à la place où il la voit? Or, au sud de la mer projetée se trouve l'Oued-Souf, désert de sable où murissent les dattes que nous mangeons sous le nom de *dattes de Tunis,* leur port d'embarquement; c'est une culture toute spéciale. Les Berbères creusent dans le sable des cavités ayant la forme d'un cône tronqué renversé, de 5 à 6 mètres de profondeur au-dessous du niveau moyen du sol et mesurant au fond 12 à 16 mètres de diamètre. Ces cratères artificiels se nomment des *ritans.*

» Les palmiers dattiers sont plantés dans le fond du cratère, afin que leurs racines puissent atteindre la nappe d'eau saumâtre qui s'étend au-dessous d'une couche continue de gypse, la seule pierre connue dans le pays. M. Roudaire affirme que cette nappe est *au-dessus* du niveau de la Méditerranée; mais, quand on songe que l'existence des populations si laborieuses du Souf repose en entier sur un seul arbre, le dattier, qui leur fournit des matériaux de construction, un aliment précieux et un moyen d'échange, n'est-il pas à craindre, s'il y avait la moindre erreur dans le nivellement, que les eaux de la nouvelle mer ne s'infiltrent à travers le sable mobile des dunes, ne remplissent ces cavités et ne détruisent les palmiers. On comprend dès lors que, pour ne pas compromettre l'existence d'une population tout entière, il faut avoir la certitude *absolue* que le niveau de

la mer qu'on se propose de créer sera partout et toujours inférieur au fond des *ritans*, et par conséquent à 8 ou 10 mètres au-dessous du niveau moyen de la région du Souf. Nous nous demandons si les prévisions des ingénieurs dans un travail sans précédent, et sur un sol si extraordinaire et si peu expérimenté que celui du Sahara, peuvent acquérir un degré de probabilité tel qu'il soit équivalent à la certitude.

» Le grand argument invoqué par les partisans de la mer intérieure, c'est qu'elle aurait existé jadis dans les temps *historiques*. Nous n'aborderons pas cette question et ne chercherons pas à savoir si le lac Triton comprenait tous les chotts ou seulement, comme le veut Petermann ([1]), le chott le plus voisin du seuil de Gabès, dont le rameau oriental porte le nom de *chott Fejej*, tandis que le bassin occidental est connu sous le nom de *chott Djerid*. Nous avons d'autres preuves de l'existence d'une mer intérieure, mais dans les temps *préhistoriques*, à une époque où le régime hydrographique de l'Europe était aussi bien différent de ce qu'il est aujourd'hui. Le 7 décembre 1863, nous campions près du puits de Buchana, entre l'oasis de Guemar et l'extrémité méridionale du chott Mel-Rir; nous quittions le désert des sables pour aborder celui des plateaux. Les érosions des couches gypseuses présentaient des tranches régulières comme celles des terrains de sédiment, et, dans ces couches, nous recueillîmes des débris de coquilles, véritablement marines, telles que *Buccinum giberrulum*. Lam. et *Balanus miser* L.; le terrain qui renfermait ces coquilles était donc un terrain marin.

» Au-dessus de ces coquilles, dans le sable, se trouvait le *Cardium edule* L., mieux conservé que nous ne l'avions vu jusqu'ici, car, depuis que nous avions abordé le chott Mel-Rir, le sable du désert était couvert d'innombrables débris de cette coquille; or, si les balanes et les buccins sont des mollusques qui n'habitent que le rivage de la mer, le *Cardium edule* s'y trouve rarement, mais il caractérise la faune des marais salants, lagunes ou lacs d'eau saumâtre. Les bords de tous ceux de la Camargue et des côtes du Languedoc, depuis Aigues-Mortes jusqu'à Cette, sont blanchis, lorsque leurs eaux sont basses, par les innombrables coquilles de *Cardium* dont les individus vivants se multiplient à l'infini dans ces eaux saumâtres. Ainsi donc, nous avions sous les yeux les fossiles caractéristiques des eaux marines et de celles qui sont un mélange d'eau douce et d'eau salée. Si donc une mer intérieure pénétrait dans le Sahara, elle s'est retirée depuis et a été remplacée par un réseau de lagunes et de marais salants, dont les

([1]) *Das mittellandische Meer und Nord Afrika Carte*, von A. Petermann.

chotts actuels sont les derniers restes, qui ont persisté dans les dépressions les plus profondes. Actuellement, la salure de leurs eaux est telle, qu'aucun animal ne peut y subsister, tandis que le *Cardium edule* vivait en abondance dans les anciennes lagunes.

» Trois causes peuvent expliquer la transformation d'un golfe maritime en lagunes : 1° les atterrissements de fleuves ou de rivières; 2° la formation des cordons littoraux marins, comme nous le voyons sur les côtes du Languedoc; 3° le soulèvement de la côte tout entière. Les deux premières causes, supposant l'existence de longs fleuves chargés de limon, tels que le Pô, le Rhône, l'Èbre ou le Nil, ne sauraient être invoquées, la région saharienne étant privée de ces grands cours d'eau. La dernière cause en est indépendante; elle est le résultat d'un phénomène général, l'exhaussement des continents, attesté par les plages soulevées que présentent presque toutes les côtes maritimes dans l'ancien comme dans le nouveau monde. Nous pensons donc que la surface inondable du Sahara, quoiqu'elle soit maintenant encore au-dessous du niveau de la Méditerranée, était encore plus basse à l'époque où elle ne formait qu'un prolongement du golfe de Gabès. Par suite de son exhaussement, une partie du golfe a été séparée de la mer et convertie en un réseau de lagunes. Le sol est imprégné de sel et la végétation qui le couvre ressemble à celle qui entoure les marais salants du Languedoc, séparés également de la mer par des cordons littoraux dont les uns sont l'œuvre directe du Rhône, de la Durance, du Vidourle et d'autres cours d'eau, les autres celle des courants transportant les sables déposés à leur embouchure [1].

» On a dit que la création d'une mer intérieure, de 13 280 kilomètres carrés suivant le général Favé [2], changerait le régime pluviométrique de la contrée et même celui de l'Algérie tout entière. C'est, selon nous, une grande illusion. Quoique les lois des mouvements atmosphériques généraux soient encore peu connues, cependant on entrevoit déjà que l'Atlantique est le grand réservoir d'où s'élèvent les vapeurs qui se résolvent en pluies au-dessus du continent européen. Nous croyons qu'il en est de même pour le nord de l'Afrique. Quand on déploie une grande mappemonde, on voit que la Méditerranée n'est qu'un golfe relativement bien peu étendu de l'océan Atlantique, et l'addition de 13 000 kilomètres carrés n'ajoutera

---

[1] Voir *Topographie géologique des environs d'Aigues-Mortes* (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1748).

[2] *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1119.

rien à son influence climatérique. On a fait de longs calculs sur la quantité d'eau évaporée par la mer nouvelle; mais, suivant M. Angot (¹), les vents régnants à Biskra et à Tougourth sont des vents du nord. La preuve en est que nous avons vu les tiges de tous les arbrisseaux du Souf (*Retama, Ephedra, Calligonum*) inclinées vers le sud-est.

» *A priori*, cela devait être : en effet, si le contraste calorifique entre l'air froid des Alpes, des Cévennes et de la Montagne Noire avec l'air chaud du littoral de la Provence et du Languedoc engendre le vent du nord appelé *mistral* qui souffle surtout en hiver et au printemps, de même la chaîne des Aurès s'élevant au nord des sables du Sahara doit rendre les vents du nord prédominants. Les vapeurs de ce golfe méditerranéen seraient donc entraînées vers le désert; or, ici nous partageons complétement l'opinion de M. Cosson (²). Le moindre changement dans le climat du Souf serait préjudiciable à la culture des dattiers; s'ils mûrissent leurs fruits, c'est grâce à la sécheresse et à la température de l'air réfléchi par les parois des cavités coniques, appelées *ritans*, au fond desquelles ils sont plantés. Un air plus humide ou plus froid leur serait également défavorable, et les habitants seraient obligés d'abandonner une contrée où ils ont su établir la seule culture possible au milieu de ces sables arides. Les alentours des mers intérieures, telles que la Caspienne et le lac Aral, sont des steppes célèbres par leur sécheresse; les bords de la Méditerranée en souffrent également lorsque, ainsi qu'on l'a vu l'année dernière, les pluies du nord ne s'étendent pas dans le midi.

» Pour toutes ces raisons, déjà indiquées en partie par nos prédécesseurs, nous nous joignons à eux pour déclarer qu'il n'y a aucune parité à établir entre le percement de l'isthme de Suez réalisé par M. de Lesseps et le rétablissement d'une mer intérieure dans le Sahara algérien proposé par M. Roudaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la formation du latex et des laticifères, pendant l'évolution germinative, chez l'embryon du* Tragopogon porrifolius. Note de M. E. Faivre, présentée par M. Duchartre.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem.)

« Avant la germination, l'embryon du *Tragopogon porrifolius* est essen-

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 396 et 512.
(²) *Ibid.*, t. LXXIX, p. 435.

tiellement constitué par un parenchyme dont les cellules renferment un abondant protoplasma; les trachées et les laticifères n'y sont pas encore développés; ils apparaissent dès que la radicule fait saillie au dehors des enveloppes; les trachées se forment d'abord, et, simultanément, dès leur apparition, leurs spirales sont apparentes; les laticifères se constituent dans presque toutes les parties et ont pour point de départ des cellules unies en filet, union dont les cloisons, souvent apparentes, trahissent l'origine.

» L'observation nous a appris que les laticifères existent dans toutes les parties de la jeune plantule sous forme de cordons et de réseaux, mais qu'ils sont plus richement développés dans les cotylédons; elle nous a montré leur terminaison fréquente en cœcums et leurs anastomoses réalisées soit au moyen de cellules transversales, soit par des prolongements dont des saillies développées à la surface d'un vaisseau sont les points de départ; elle nous a permis de constater un rapport intime de distribution entre les laticifères et les trachées, mais dans aucun cas des rapports de continuité.

» L'apparition du latex suit de près la formation des vaisseaux; toutefois, elle a lieu seulement lorsque la radicule allongée de quelques millimètres commence à subir les influences germinatives. A cette première phase d'évolution de la plantule, les cotylédons, encore renfermés dans les enveloppes séminales, ne reçoivent pas l'action de la lumière; la chlorophylle n'est pas formée; cependant le latex existe. Nous nommons *primordial* le latex formé dans ces conditions particulières, et constitué d'ailleurs comme le latex proprement dit.

» Des coupes répétées nous ont appris que le latex primordial débute et se forme assez abondant dans la région cotylédonaire, au centre de laquelle la gemmule est incluse, puis dans les régions inférieures de la plantule plus particulièrement soumises aux influences germinatives.

» Nous avons constaté expérimentalement que la formation de ce latex primordial a lieu, quelle que soit la nature du sol, que les graines germent dans la terre ou sur du coton humide, dans l'air ou l'oxygène, à la lumière ou à l'obscurité, éclairées par les rayons jaunes ou bleus, enfin, que l'embryon soit intact, ou que les cotylédons soient préalablement séparés du reste de la plantule. Ainsi séparés et implantés, avec les précautions convenables, dans le sol d'une serre chaude et humide, sans chlorophylle et sans lumière, les cotylédons ont formé du latex et, dans plusieurs cas, des bourrelets à leur base; comme ils renferment seulement, et en abondance, du

protoplasma, on est fondé à penser qu'aux dépens de ce dernier ont dû se constituer ces formations.

» En somme, il existe une première période végétative caractérisée par la formation du latex, en l'absence de chlorophylle et de lumière. Les conditions physiologiques de la plantule deviennent différentes lorsque les cotylédons ont quitté leurs enveloppes et que, consécutivement à l'action directe de la lumière, la chlorophylle s'y est constituée; alors commence comme une seconde période végétative, pendant laquelle la chlorophylle joue un rôle manifeste dans la formation du latex proprement dit. Ce rôle peut être établi par l'observation et par l'expérience. En fait, chez les plantules chlorophyllées, le latex est plus abondant et s'obtient par toutes les coupes pratiquées à diverses hauteurs des cotylédons. L'expérience est encore plus probante; qu'on développe entièrement des plantules à l'obscurité, mettant ainsi obstacle à la formation de la chlorophylle, le latex existant sera détruit, et il ne s'en reconstituera pas de nouveau.

» Qu'on place de nouveau à la lumière ces plantules étiolées, la chlorophylle se reconstituera et le latex avec elle; que si, au contraire, on soumet directement à l'obscurité des plantules bien pourvues de chlorophylle, on détruira, en même temps que leur protoplasma coloré ou chlorophylle, le latex des plantules, et il cessera de s'en former.

» La relation de la chlorophylle et du latex est encore évidente dans le cas où se développe une abondante chlorophylle; le latex, dans ces conditions, est également abondant; enfin, s'il arrive que les cotylédons verdissent encore inclus dans leurs enveloppes, comme cela a lieu quelquefois, notamment dans l'oxygène, ces cotylédons sont d'ordinaire riches en latex, ce qui n'a pas lieu, dans la même condition, en l'absence de chlorophylle. On trouvera dans notre Mémoire d'autres preuves expérimentales à l'appui du rôle de la chlorophylle que nous signalons ici.

» En étudiant le latex primordial, nous avons été amené à penser qu'il pourrait être une modification du protoplasma, seule substance existant en abondance dans l'intérieur des cellules qui constituent la plantule.

» Cette vue impliquant entre le protoplasma et le latex d'intimes rapports de constitution, nous avons entrepris, pour savoir s'il en était ainsi, des études histo-chimiques comparatives sur le protoplasma et sur le latex formé dans les deux phases végétatives précitées.

» Elles nous ont donné les résultats suivants, conformes à nos prévisions : on constate dans les granules du latex, soit primordial, soit proprement dit, comme dans les granules du protoplasma, la présence de matières grasses assez abondantes, la présence de substances protéiques abondantes,

qui sont comme la base des constituants de l'organisme végétal, enfin la présence d'hydrate de carbone comme de tannin.

» Par l'ensemble de nos recherches, nous espérons avoir mis en lumière la formation du latex primordial, en en indiquant la conditionnalité et les relations qui unissent, soit comme constitution, soit comme origine, le latex, sous ses deux états, au protoplasma incolore et au protoplasma coloré. »

M. H. Hœdicke adresse la suite de ses études sur la poussée éprouvée par les corps flottants.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Bonnet, Puiseux.)

M. C. Pascal soumet au jugement de l'Académie une « Pendule universelle et géographique ».

(Renvoi à la Section de Géographie.)

M. G. Soullier adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse à l'Académie un certain nombre d'exemplaires d'une brochure contenant les Procès-verbaux de la dernière session de la Commission supérieure du Phylloxera, les documents législatifs concernant la maladie de la vigne, et la Carte des arrondissements phylloxérés.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Fr. Bouillier*, membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, intitulé « l'Institut et les Académies de province »;

2° Une brochure de M. *Is. Pierre*, portant pour titre « Prairies artificielles; des causes de diminution de leur produit et de leur durée; étude sur les moyens de prévenir leur dégénérescence ».

M. L. Lalanne, nommé Membre libre de l'Académie, adresse ses remercîments.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la détermination des racines imaginaires des équations algébriques;* par M. F. **Farkas**. (Extrait d'une Lettre communiquée par M. Yvon Villarceau.)

« A l'aide de vos systèmes (*Comptes rendus*, séance du 10 juin 1878), on peut calculer immédiatement les modules des racines et les arguments en fonctions des modules. Vos systèmes m'en fournissent d'autres, à l'aide desquels on pourra calculer immédiatement les arguments des racines et les modules en fonctions de ces arguments.

» I. Étant donnée l'équation

$$(1)\qquad \Sigma a_k \rho^k e^{k\theta\sqrt{-1}} = 0,$$

où k prend les valeurs $m, m-1, \ldots, 1, 0$, si m est pair, nous considérons le système

$$(2)\left\{\begin{array}{l} \Sigma a_k\rho^k \cos\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\ \Sigma a_k\rho^{k+1}\cos\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\ \ldots,\ \Sigma a_k\rho^{k+m-1}\cos\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\\ \Sigma a_k\rho^k \sin\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\ \Sigma a_k\rho^{k+1}\sin\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\ \ldots,\ \Sigma a_k\rho^{k+m-1}\sin\left(k-\frac{m}{2}\right)\theta = 0,\end{array}\right.$$

tandis que, si m est impair, nous considérons le système suivant :

$$(3)\left\{\begin{array}{l} \Sigma a_k\rho^k \sin\left(k-\frac{m-1}{2}\right)\theta = 0,\ \Sigma a_k\rho^{k+1}\sin\left(k-\frac{m-1}{2}\right)\theta = 0,\ \ldots,\ \Sigma a_k\rho^{k+m-1}\sin\left(k-\frac{m-1}{2}\right)\theta = 0,\\ \Sigma a_k\rho^k \sin\left(k-\frac{m+1}{2}\right)\theta = 0,\ \Sigma a_k\rho^{k+1}\sin\left(k-\frac{m+1}{2}\right)\theta = 0,\ \ldots,\ \Sigma a_k\rho^{k+m-1}\sin\left(k-\frac{m+1}{2}\right)\theta = 0,\end{array}\right.$$

dont l'exactitude est évidente.

» L'un comme l'autre de ces systèmes contient $2m$ équations et les $2m-1$ inconnues $\rho, \rho^2, \rho^3, \ldots, \rho^{2m-1}$.

» En introduisant les abréviations $\sin t\theta = \omega_t$, $\cos t\theta = \omega'_t$, on a pour équations d'élimination de ρ

$$(4)\qquad \begin{vmatrix} a_m\omega_{\frac{m}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m}{2}-1} & a_{m-2}\omega_{\frac{m}{2}-2} & \cdots\\ a_m\omega'_{\frac{m}{2}} & a_{m-1}\omega'_{\frac{m}{2}-1} & a_{m-2}\omega'_{\frac{m}{2}-2} & \cdots\\ 0 & a_m\omega'_{\frac{m}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m}{2}-1} & \cdots\\ 0 & a_m\omega'_{\frac{m}{2}} & a_{m-1}\omega'_{\frac{m}{2}-1} & \cdots\\ & \cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots & \cdots \end{vmatrix} = 0 \quad (m \text{ pair}),$$

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} a_m\omega_{\frac{m+1}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m+1}{2}-1} & a_{m-2}\omega_{\frac{m+1}{2}-2} & \cdots \\ a_m\omega_{\frac{m-1}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m-1}{2}-1} & a_{m-2}\omega_{\frac{m-1}{2}-2} & \cdots \\ 0 & a_m\omega_{\frac{m+1}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m+1}{2}-1} & \cdots \\ 0 & a_m\omega_{\frac{m-1}{2}} & a_{m-1}\omega_{\frac{m-1}{2}-1} & \cdots \\ \cdot & \cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots & \cdots \end{vmatrix} = 0 \quad (m \text{ impair}),$$

où les déterminants sont de $2m^{\text{ième}}$ degré absolu et les fonctions entières de $\frac{m(m-1)}{2}^{\text{ième}}$ degré relativement à $\cos 2\theta$.

» II. De ma deuxième Note sur ce sujet (*Comptes rendus*, séance du 23 décembre 1878) il suit

$$e^b = \sqrt{\frac{\rho_k}{\rho_h}}, \quad \beta = \frac{\theta_k - \theta_h}{2};$$

et, par conséquent,

$$e^{2\theta\sqrt{-1}} = \frac{\rho_k e^{\theta_k\sqrt{-1}}}{\rho_h e^{\theta_h\sqrt{-1}}},$$

puis

$$(6)\qquad \cos 2\theta = \frac{\rho_k^2 + \rho_h^2}{2\rho_k\rho_h}\cos(\theta_k - \theta_h) + \sqrt{-1}\,\frac{\rho_k^2 - \rho_h^2}{2\rho_k\rho_h}\sin(\theta_k - \theta_h),$$

où $\rho_k e^{\theta_k\sqrt{-1}}$ et $\rho_h e^{\theta_h\sqrt{-1}}$ sont deux racines quelconques de l'équation donnée (1). Comme les équations (4) et (5) ne sont que de $\frac{m(m-1)}{2}^{\text{ième}}$ degré relativement à $\cos 2\theta$, il est clair que dans ses racines, exprimées par (6), les indices k et h ne peuvent pas être égaux.

» Ainsi, tandis que l'équation des modules $D_s = 0$ (*Comptes rendus*, séance du 18 novembre 1878) fournit, en toute généralité, des racines positives étrangères, si l'équation donnée contient des racines dont les arguments sont égaux entre eux, les équations des arguments (4) ou (5) fourniront des racines réelles en $\cos 2\theta$, qui ne surpassent pas l'unité (racines réelles en θ), si l'équation donnée contient des racines dont les modules sont égaux entre eux.

» *Maintenant, l'inconvénient des racines étrangères n'est qu'apparent; de plus, l'égalité des modules ou des arguments, ou de tous deux, simplifie le calcul, parce qu'en ce cas l'équation des modules, ou des arguments, ou de tous deux, contient des racines égales.*

» Des systèmes (2) ou (3) on pourra tirer facilement les déterminants qui serviront pour exprimer les modules en fonction des arguments.

» III. Pour preuve que les racines simultanées des équations de votre remarquable système en sinus coïncident actuellement avec des racines simultanées des équations

$$\Sigma a_k \rho^k \cos k\theta = 0 \quad \text{et} \quad \Sigma a_k \rho^k \sin k\theta = 0,$$

aux appendices que je viens de joindre à votre Mémoire j'ajoute l'identité suivante :

$$\begin{aligned}\sin m\theta . \Sigma a_k \rho^{k-t} \cos(k-i)\theta - \cos m\theta . \Sigma a_k \rho^{k-t} \sin(k-i)\theta \\ = \Sigma a_k \rho^{k-t} \sin(m-k+i)\theta,\end{aligned}$$

où t et i sont des nombres arbitraires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur les équations différentielles linéaires et du troisième ordre.* Note de M. É. COMBESCURE.

« L'intéressante Communication (20 janvier 1879) de M. Laguerre sur ce sujet et le résultat, relativement simple, auquel il arrive m'ont suggéré les remarques suivantes, qui n'ont nullement pour objet d'atténuer le mérite de l'inventeur et tendent en premier lieu à une modification de méthode.

» On peut, comme on sait, faire toujours disparaître, moyennant une quadrature, le second terme d'une équation linéaire. Soit donc

$$(1) \qquad \frac{d^3y}{dx^3} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0.$$

En posant

$$y = vu,$$

et considérant v, u, x comme des fonctions d'une variable indépendante nouvelle t, la condition pour que $\frac{d^2u}{dt^2}$ disparaisse dans la transformée revient, comme on le voit aisément, à

$$\frac{1}{v}\frac{dv}{dt} = \frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{\frac{dx}{dt}};$$

d'où

$$v = \frac{dx}{dt},$$

en prenant égale à 1 la constante d'intégration. Cela étant, si l'on regarde v comme dépendant immédiatement de x, tandis que u est censé dépendre immédiatement de t, on aura

$$\frac{dy}{dx} = \frac{du}{dt} + u\frac{dv}{dx},$$
$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{v}\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{v}\frac{dv}{dx}\frac{du}{dt} + u\frac{d^2v}{dx^2},$$
$$\frac{d^3y}{dx^3} = \frac{1}{v^2}\frac{d^3u}{dt^3} + \left(\frac{2}{v}\frac{d^2v}{dx^2} - \frac{1}{v^2}\frac{dv^2}{dx^2}\right)\frac{du}{dt} + u\frac{d^3v}{dx^3},$$

et l'équation (1) deviendra

$$(2) \qquad \frac{d^3u}{dt^3} + p_1\frac{du}{dt} + q_1 u = 0,$$

en posant

$$p_1 = 2v\frac{d^2v}{dx^2} - \frac{dv^2}{dx^2} + pv^2,$$
$$q_1 = v^2\left(\frac{d^3v}{dx^3} + p\frac{dv}{dx} + qv\right).$$

Or, on voit tout de suite que

$$q_1 = v\left(\frac{1}{2}\frac{dp_1}{dx} - \frac{1}{2}v^2\frac{dp}{dx} + qv^2\right) = \frac{1}{2}\frac{dp_1}{dt} - v^3\left(\frac{1}{2}\frac{dp}{dx} - q\right).$$

Si l'on pose

$$v^3\left(\frac{1}{2}\frac{dp}{dx} - q\right) = \varphi(t),$$

φ étant une fonction de t prise arbitrairement, on aura l'expression de x en t par une quadrature, et l'équation (2) sera celle de M. Laguerre en supposant φ constant. Mais il peut être plus avantageux pour l'intégration effective d'une équation donnée de choisir autrement cette fonction.

» Voici maintenant une remarque qui ne me paraît pas avoir été faite et qui constitue un autre mode de réduction. Revenant à l'équation (2), si l'on écrit que le coefficient de $\frac{du}{dt}$ est nul, en posant

$$v = w^2,$$

on obtient la condition

$$(3) \qquad \frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{1}{4} p w = 0,$$

et l'équation (2) revient à

$$(4) \qquad \frac{d^3 u}{dt^3} + v^3 \left(q - \frac{1}{2} \frac{dp}{dx}\right) u = 0.$$

» Ainsi, moyennant une solution particulière de l'équation linéaire du second ordre (3) (et deux quadratures), on peut réduire à la forme binôme (4) toute équation linéaire du troisième ordre.

» Dans le cas particulier où

$$q = \frac{1}{2} \frac{dp}{dx},$$

l'équation (4) s'intègre immédiatement. Mais il faut toujours déterminer une solution particulière de (3) ou de l'équation non linéaire, du premier ordre, dans laquelle on sait la transformer.

» On observera que la réduction à la forme (4), (si elle n'est pas connue), n'a pas de relation nécessaire avec la réduction de M. Laguerre.

» Si l'on part d'une forme (1) déjà réduite, c'est-à-dire si $p = 0$, on retombe sur une équation de même forme où q est multiplié par $(ax + b)b$, a et b étant des constantes; en sorte que, si q était, dans (1), égal à $\frac{K}{(ax+b)b}$, on serait amené à une équation intégrable, K étant une constante. »

MÉCANIQUE. — *Sur une manière simple de présenter la théorie du potentiel, et sur la différentiation des intégrales dans les cas où la fonction sous le signe ∫ devient infinie.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans l'étude des potentiels d'attraction, qui sont des intégrales obtenues en multipliant chaque élément de volume $d\varpi$ de l'espace par la densité ρ de la matière qui s'y trouve et par l'inverse de sa distance r à un point déterminé (x, y, z), on est amené à différentier deux fois ces potentiels par rapport à x, y ou z, et l'on sait à quelles considérations délicates, peu directes, les auteurs recourent pour cela, dans le cas général où la densité ρ n'est pas nulle en (x, y, z). Or, on évite toutes ces considérations

en décrivant autour du point mobile (x, y, z) une sphère d'un rayon constant très-petit R, que le point emporte dans son mouvement, et en convenant de réduire le potentiel à ses éléments concernant la matière extérieure à cette sphère. On ne modifie ainsi qu'insensiblement le potentiel U (quand la matière est supposée continue), et l'on n'a pas à considérer des distances r moindres que R, conformément à l'emploi naturel de la fonction U dans la théorie de la pesanteur, où les forces dont on s'occupe sont toutes exercées à des distances supérieures au rayon d'activité des actions moléculaires. De plus, comme R peut être pris à la fois très-petit par rapport aux dimensions des corps et très-grand en comparaison de la distance de deux molécules contiguës, le potentiel U devient indépendant de la manière dont on suppose la matière répartie à l'intérieur de chaque *cellule moléculaire*, et il reste utilisable quand on accepte l'opinion commune de la discontinuité des corps.

» Soit, généralement, $\int f d\varpi$ une intégrale dans laquelle f, fonction des coordonnées $x_1\, y_1\, z_1$ de l'élément de volume $d\varpi$, dépend en outre de x, y, z, et *où le signe* $\int$ *s'étend à tous les éléments* $d\varpi$ *extérieurs à la sphère de rayon* R *décrite autour du point* (x, y, z) *comme centre.* Cherchons sa dérivée par rapport à x. Si l'on fait croître x de dx, cette petite sphère abandonne une couche d'étendue, dont chaque élément $d\varpi$ est un parallélépipède oblique ayant pour première coordonnée $x_1 = x - \sqrt{R^2 - (y_1 - y)^2 - (z_1 - z)^2}$ et pour volume le produit de dx par la section normale $dy_1\, dz_1$; d'autre part, elle vient occuper une autre couche, composée d'éléments $d\varpi$ pareils, mais ayant pour première coordonnée $x_1 = x + \sqrt{R^2 - (y_1 - y)^2 - (z_1 - z)^2}$. L'excès des éléments $f d\varpi$ gagnés par l'intégrale sur ceux qu'elle perd est donc le produit de dx par $\iint (F - F')\, dy_1\, dz_1$, F et F' désignant respectivement ce que devient f quand x_1 y reçoit les valeurs désignées, et les limites des intégrations étant données par la condition que le radical soit réel. Si l'on adopte, sous les signes $\iint$, des coordonnées polaires v et θ, telles, que $y_1 - y = v \cos\theta$, $z_1 - z = v \sin\theta$, et si l'on tient compte, en outre, de l'accroissement $dx \int \frac{df}{dx} d\varpi$, éprouvé par la partie de l'intégrale proposée qui se rapporte aux éléments $d\varpi$ extérieurs aux deux sphères, on trouve aisément, pour valeur de la dérivée totale cherchée,

$$(1) \qquad \frac{d}{dx} \iint f d\varpi = \int \frac{df}{dx} d\varpi + \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R} (F - F')\, v\, dv.$$

» Admettons que f soit le produit d'une fonction ρ de x_1, y_1, z_1 seule-

ment, *supposée partout graduellement variable,* pour une autre fonction φ, de la forme $\varphi(x_1 - x, y_1 - y, z_1 - z)$, pouvant devenir infinie au point $x_1 = x$, $y_1 = y$, $z_1 = z$. Alors ρ a sensiblement, sur toute la sphère de rayon R, c'est-à-dire dans le dernier terme de (1), la même valeur qu'au centre (x, y, z), et il vient

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d}{dx}\int \rho\varphi\, d\varpi = \int \rho \frac{d\varphi}{dx}\, d\varpi + \rho \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R} \Big[\varphi\big(-\sqrt{R^2 - v^2}, v\cos\theta, v\sin\theta\big) \\ - \varphi\big(\sqrt{R^2 - v^2}, v\cos\theta, v\sin\theta\big)\Big] v\, dv. \end{aligned} \right.$$

En prenant pour φ la fonction $r = \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2}$ ou l'une quelconque de ses dérivées partielles des trois premiers ordres en x, y, z, on voit que le dernier terme de (2) est au plus comparable à R^3, R^2 ou R, c'est-à-dire est insensible. L'expression $V = \int \rho r\, d\varpi$, appelée par Lamé *potentiel direct,* peut donc être différentiée trois fois de suite sous le signe $\int$, et l'on trouve en particulier, avec Lamé, que son paramètre différentiel Δ_2 vaut le double du potentiel ordinaire ou *inverse* $U = \int \frac{\rho\, d\varpi}{r}$. De même, $\frac{dU}{dx} = \int \rho \frac{x_1 - x}{r^3}\, d\varpi$. Mais si l'on pose, dans (2), $\varphi = \frac{x_1 - x}{r^3}$, afin d'avoir la dérivée seconde de U en x, le dernier terme de (2) devient $-\rho \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R} \frac{2\sqrt{R^2 - v^2}}{R^3}\, v\, dv = -\frac{4}{3}\pi\rho$. Le paramètre $\Delta_2 U$ vaut, en conséquence, $-4\pi\rho$, au lieu de zéro qu'on aurait eu en différentiant simplement sous le signe $\int$. Par suite, il vient aussi $\Delta_2 \Delta_2 V = -8\pi\rho$.

» Observons encore que, lorsqu'on passe du point (x, y, z) au point $(x + dx, y, z)$, un élément de volume ayant pour coordonnées $x_1 + dx$, y_1, z_1 prend exactement le rôle de celui qui avait les coordonnées x_1, y_1, z_1. L'intégrale $\int \rho\varphi\, d\varpi$ devient $\int \left(\rho + \frac{d\rho}{dx_1}\, dx\right) \varphi\, d\varpi$, et sa dérivée est $\int \frac{d\rho}{dx_1} \varphi\, d\varpi$. La formule (2) équivaut donc à celle-ci

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \int \frac{d\rho}{dx_1} \varphi\, d\varpi = \int \rho \frac{d\varphi}{dx}\, d\varpi + \rho \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^{R} \Big[\varphi\big(-\sqrt{R^2 - v^2}, v\cos\theta, v\sin\theta\big) \\ - \varphi\big(\sqrt{R^2 - v^2}, v\cos\theta, v\sin\theta\big)\Big] v\, dv, \end{aligned} \right.$$

qui, dans les cas où son dernier terme sera insensible, servira à débarrasser le facteur ρ de différentiations qu'on préférerait faire porter sur le facteur φ. Je montrerai prochainement, si l'Académie veut bien le permettre, d'intéressantes applications de ces formules à la théorie de l'élasticité. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Hydro-électricité et Hydromagnétisme; résultats expérimentaux* (¹). Note de M. C.-A. Bjerknes, présentée par M. Hermite.

« Les résultats une fois découverts, j'ai essayé de trouver les moyens de les vérifier aussi expérimentalement. Dans ma cinquième Communication à l'Académie, le 25 juin 1877, j'ai mentionné mes premières expériences avec des sphères tombantes ou avec d'autres oscillantes sur la surface de l'eau; j'y ai mentionné encore les expériences de Dorvak avec des tubes résonnants, qui venaient, inespérément, confirmer quelques-uns de mes théorèmes. Je renvoie, du reste, au Mémoire de M. Schiotz, dans les *Gottinger Nachrichten* (1877, p. 291, etc.), où plusieurs expériences que j'ai faites avec lui plus tard sont décrites, y compris les premières, qui ont été renouvelées et perfectionnées.

» Conjointement avec ce physicien, qui a contribué essentiellement à la réussite de mon entreprise, et avec l'assistance souvent ingénieuse de M. Svendsen, j'ai essayé de vérifier mes théorèmes dans une plus grande étendue. *Maintenant cette vérification a réussi complètement*, par nos efforts réunis, tant qu'il s'agit de faire voir la *direction* des forces naissantes, *dans tous les cas principaux*. La plupart de ces expériences ont été exécutées au cabinet de Physique de l'Université de Christiania, et montrées ensuite, à plusieurs séances, dans la Société des Sciences, au même lieu; les dernières n'ont été accomplies que tout récemment et à la maison.

» On a examiné, en premier lieu, *l'action entre deux corps pulsants*. Les pulsation isochrones pourraient être concordantes ou opposées; il pourrait exister entre elles une différence d'un quart de phase; et enfin l'un des deux corps pourrait cesser de vibrer.

» On a examiné aussi *l'action entre un corps pulsant et un autre qui oscille*, ce qui donnera naissance à deux cas principaux. D'abord, le corps sphérique oscillera sur la ligne centrale, de sorte qu'il avance vers le corps pulsant, ou qu'il s'en éloigne, au moment où le volume de celui-ci croît. Ensuite, le premier corps oscillera, de l'une ou de l'autre des deux manières opposées, sur une droite normale à la centrale moyenne, c'est-à-dire à la ligne joignant le centre d'oscillation avec celui du corps pulsant.

» On a examiné enfin *l'action entre deux sphères oscillantes*, ce qui pré-

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 27 janvier 1879

sentera quatre cas principaux. D'abord les directions des oscillations sont normales entre elles, et en même temps normales à la moyenne centrale. En second lieu, ces directions sont parallèles, directement ou inversement, mais normales à la même centrale. Ces deux premières séries d'expériences ont été réunies d'ailleurs dans une autre, plus générale, montrant les forces apparentes qui naissent lorsque les directions de ces oscillations font entre elles un angle quelconque, mais de manière qu'elles appartiennent à des plans parallèles, et non coïncidants, normaux à la moyenne centrale. En troisième lieu, les oscillations se passeront sur un même plan, l'un des corps oscillant sur ladite droite, joignant les deux centres d'oscillation, l'autre, dans un certain sens ou dans le sens opposé, suivant une ligne normale à la centrale nommée. A la fin, comme dans le second cas, les oscillations sont encore, directement ou indirectement, parallèles; mais il y a maintenant cette différence essentielle, et pour l'exécution des expériences et pour les résultats qu'elles donnent, que les corps se mouvront, pendant ce temps, sur une même droite.

» Dans tous les cas, quoique on ait été forcé de placer les corps vibrants à proximité du lieu où l'on peut craindre que l'action perturbante des forces secondaires devienne bien forte, les résultats se sont montrés conformes à ceux de mes recherches analytiques, chaque fois que les vibrations ont été bonnes et régulières et qu'elles ont eu à peu près la même intensité; de sorte qu'alors, jusqu'au contact, les forces principales ont dominé. On a vu les *attractions*, les *répulsions*, les *déplacements normalement à la ligne centrale*, et même les *déviations* autour des centres des oscillations, ainsi que l'annonçaient mes formules.

» Pour donner une idée du caractère des expériences que je viens de nommer, je décrirai à la fin une de celles qui se rapportent aux corps pulsants. Mais je ferai remarquer que nous avons préféré nous servir de cylindres pulsants au lieu de sphères, ou de ballons gonflés, dont nous avions d'abord fait usage. Des raisons théoriques, aussi bien que les connaissances acquises par des expériences continues, m'avaient convaincu que les forces du second degré, dont il s'agit ici, ne dépendent pas de la variation simultanée des formes, à moins que les volumes ne varient aussi; une telle variation, pendant laquelle les volumes se doivent conserver, ne peut faire naître que des forces non symétriques. Elles différeront ainsi en intensité avec les directions, et leur degré sera égal à 3 ou un nombre moindre.

» On a donc un grand vaisseau rempli d'eau. Là sont suspendus deux

petits vases renversés, ou des clochettes de verre, toutes les deux dans le même niveau. Ce qu'il s'agit de faire, c'est maintenant de pouvoir augmenter et diminuer périodiquement les colonnes de l'air enfermé dans les clochettes : ces colonnes sont les corps pulsants. Pour cela on ne suspend pas les clochettes à des fils; on se sert de tubes cylindriques, qui sont les tiges des deux pendules correspondants. Ils auront des bras horizontaux, pareillement creux, autour desquels ils peuvent tourner, et ces bras s'appuient sur des couteaux d'acier. Les bras communiquent, de plus, avec deux pompes; et l'on a soin de faire en sorte qu'il n'y ait que très-peu de résistance, de la part de la torsion, si les pendules tournent. De cette manière, on peut faire entrer et sortir de l'air dans les clochettes; par conséquent, on produira des pulsations périodiques, sans que les masses circulant, par elles-mêmes, fassent naître des oscillations; car les bras creux par lesquels passent les courants sont perpendiculaires aux plans d'oscillations des pendules.

» Cependant il y a encore bien des précautions à prendre avant de pouvoir commencer une expérience avec l'espérance d'un résultat. Il est nécessaire de régler, pour chaque pendule, et avec une grande précision, la position du centre de gravité; ailleurs la variation des colonnes d'air et l'entrée correspondante, plus ou moins haute, de l'eau dans les clochettes occasionneraient toutes seules un mouvement des pendules. Il faut surtout faire l'instrument extrêmement sensible : ce qu'on atteint en y attachant des poids qui peuvent être déplacés aussi peu qu'on le désire sur les tiges des pendules, prolongées au-dessus des axes horizontaux autour desquels les oscillations s'effectueront. On doit obtenir une sensibilité telle que les pendules écartés de leurs positions d'équilibre ne s'en approchent de nouveau qu'avec une grande lenteur. Enfin, il est indispensable que les pulsations soient bien régulières et qu'elles ne diffèrent pas trop quant à leur intensité.

» Ces arrangements faits, il est évident que les pulsations concordantes produiront des attractions, les pulsations opposées des répulsions. Ces dernières sont cependant les plus difficiles à faire paraître, puisqu'on aura à vaincre les forces secondaires ayant un caractère attractif. Pourvu qu'il y ait manque de régularité dans les vibrations, ou qu'elles soient trop affaiblies dans l'un des corps pulsants, l'action de ces nouvelles forces sera bien sensible, et même prévalente. Quelquefois on observe, dans un seul cas, un point critique, en dehors duquel les forces principales regagneront leur prépondérance. »

PHYSIQUE. — *De la lumière verte et phosphorescente du choc moléculaire.* Note de M. W. Crookes, présentée par M. Th. du Moncel.

» Dans un Mémoire que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, j'ai décrit mes expériences sur l'illumination des lignes de pression moléculaire. Dans la Note actuelle, je me propose de décrire les phénomènes que j'ai remarqués quand les épuisements s'approchent de la perfection. A ce moment, l'espace obscur devient si étendu, qu'il remplit le tube. Un examen attentif démontre toujours l'existence du foyer, d'un violet foncé, et la portion du verre sur laquelle tombent les rayons qui émanent de ce foyer montre une tache de lumière jaune vert nettement définie. En continuant l'épuisement, surtout si l'on agit de manière que la coupe du moulinet soit positive, la boule s'illumine d'une belle lumière phosphorescente jaune vert. On parle souvent de cette phosphorescence jaune vert qui caractérise les épuisements poussés à un très-haut degré; mais, d'après mes recherches à ce sujet, cette couleur particulière n'est due qu'à la qualité spéciale du verre d'Allemagne que l'on emploie. Les autres qualités de verre donnent des phosphorescences d'une couleur différente. La phosphorescence se produit seulement sous l'influence de la lumière du pôle négatif. A un épuisement de 4M (¹), à l'exception de cette lumière jaune, on ne voit pas de lumière dans l'appareil; à $0^M,9$, la phosphorescence est à son maximum. Quand l'épuisement arrive à $0^M,15$, l'étincelle passe avec difficulté et la lumière verte paraît de temps en temps, seulement par éclats. A $0^M,06$, le vide ne conduit presque plus, et l'on peut forcer l'étincelle à le traverser, seulement en augmentant l'intensité de la bobine et en isolant bien le tube et les fils métalliques qui y conduisent. Au delà, au degré d'épuisement dernièrement cité, rien n'a été observé.

» Dans un appareil spécialement construit pour observer la position du foyer lumineux, j'ai trouvé que la pointe du foyer de la lumière verte phosphorescente était au milieu de la courbe, ce qui démontre que les molécules par lesquelles elle est produite sont projetées dans une direction normale à la surface du pôle. Avant d'arriver au meilleur épuisement pour produire la lumière verte, on voit un deuxième foyer de lumière bleu violet. Ce foyer change de position, s'éloignant du pôle à mesure que l'épuisement augmente. Dans l'appareil que je viens de décrire, à un épui-

(¹) M signifie le millionième d'une atmosphère.

sement de $19^{M},3$, on aperçoit ces deux foyers simultanément, le foyer vert étant au centre de la courbe pendant que le foyer bleu est éloigné à deux fois cette distance.

» Viennent ensuite les effets caractéristiques de la lumière verte phosphorescente, qui la distinguent de la lumière ordinaire qu'on observe dans les tubes de Geissler à vides imparfaits.

» *a*. Le foyer vert ne se voit pas dans l'espace du tube, mais là seulement où le rayon projeté touche le verre.

» *b*. La position du pôle positif à l'intérieur du tube exerce à peine une différence dans la direction et l'intensité des lignes de force qui produisent la lumière verte. Le pôle positif peut être placé dans le tube ou à l'extrémité, en face du pôle négatif, ou en dessous, ou à côté.

» *c*. Le spectre de la lumière verte est continu, la plupart des rayons rouges et de l'extrémité bleue étant absents, pendant que le spectre de la lumière que l'on voit dans l'intérieur du tube quand les épuisements sont partiels montre les effets caractéristiques du gaz résiduel. On ne distingue nulle différence en examinant le spectre de la lumière verte, que le gaz résiduel soit de l'azote, de l'hydrogène ou de l'acide carbonique.

» *d*. La phosphorescence verte commence à un degré différent d'épuisement pour les différents gaz.

» *e*. La viscosité d'un gaz est un caractère presque aussi persistant de son individualité que son spectre. Je fais allusion à une Notice préliminaire et à une figure ([1]) sur les variations dans la viscosité de l'air, de l'hydrogène et des autres gaz à des épuisements qui varient entre 240 M et $0^{M},1$, résultats qui ne sont pas encore publiés. Je trouve que la viscosité d'un gaz ne subit que très-peu de diminution entre la pression de l'atmosphère et le degré d'épuisement auquel on peut distinguer la phosphorescence verte. Toutefois, quand les caractères spectraux et autres du gaz commencent à disparaître, la viscosité commence en même temps à s'amoindrir, et, à un épuisement auquel la phosphorescence verte est plus brillante, la viscosité est tombée rapidement jusqu'à un point insignifiant.

» *f*. Les rayons qui excitent la phosphorescence verte ne peuvent pas contourner un angle, même du plus minime degré, mais ils rayonnent du pôle négatif en lignes droites, projetant des ombres fortes et nettement dessinées des objets qu'ils rencontrent sur leur chemin. D'autre part, la lumière ordinaire des tubes de Geissler passe de côté et d'autre, en décrivant toutes sortes de courbes et d'angles. »

([1]) *Proceedings of the Royal Society of London*, 16 nov. 1876, vol. XXV, p. 305.

CHIMIE. — *Sur la dissociation de l'hydrate de chloral (nouvelle méthode).* Note de MM. B. ENGEL et MOITESSIER, présentée par M. Würtz.

« Dans une Note présentée il y a quelque temps à l'Académie (*Comptes rendus* du 15 avril 1878), nous nous sommes occupés de la dissociation de l'hydrate de chloral. Nous avons montré que la tension de la vapeur de l'hydrate de chloral en ébullition était supérieure à la pression atmosphérique, contrairement à ce qui arrive pour les autres liquides en ébullition. M. Troost a fait à notre Communication deux objections : l'une concernant les faits du retard de l'ébullition des liquides sous la pression atmosphérique, l'autre la différence qui existe entre les deux méthodes statique et dynamique pour déterminer les forces élastiques des vapeurs à saturation.

» Nous n'avons pas dit que la différence entre la température du liquide et celle de la vapeur de l'hydrate de chloral en ébullition était une preuve de la dissociation de ce composé. Nous avons seulement cité une remarque intéressante de Cannizzaro sur ce point. En ce qui concerne la deuxième objection, nous ferons remarquer que, si *théoriquement* les deux méthodes statique et dynamique présentent une différence essentielle, elles donnent, de fait, des relations sensiblement identiques entre les forces élastiques et les températures lorsque le liquide est pur et qu'il ne bout pas avec soubresauts (REGNAULT, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXVI, p. 643), ce qui est le cas pour l'hydrate de chloral employé.

» M. Troost maintenait donc les conclusions tirées de ses expériences et de celles de M. Berthelot, à savoir que l'hydrate de chloral existe à l'état de composé défini, gazeux, et que son équivalent correspond à 8 volumes.

» M. Würtz (*Comptes rendus* du 13 mai 1878), en répétant les expériences de Troost, est arrivé à des conclusions différentes; il a irréfutablement prouvé que la dissociation de l'hydrate de chloral est complète aux températures où a été prise sa densité de vapeur. La même méthode a donc amené deux expérimentateurs à des conclusions différentes.

» Nous nous proposons, dans la présente Note, de démontrer la dissociation de l'hydrate de chloral, à l'aide d'une expérience de cours très-simple et que tout le monde pourra répéter.

» Pour faire cette démonstration, nous avons pensé qu'il suffirait peut-être de faire condenser la vapeur de ce composé avec la vapeur d'un autre corps qui, à l'état liquide, ne dissout pas à la fois l'eau et le chloral anhydre; nous avons employé à cet effet le chloroforme, et l'expérience a justifié nos prévisions.

» Il suffit, pour démontrer le fait, de distiller dans une simple cornue, munie d'un ballon qu'on refroidit convenablement, un mélange de chloroforme et d'hydrate de chloral. Le chloroforme passe trouble à la distillation, et, par le repos, de l'eau se sépare et vient gagner la partie supérieure du liquide. Là, cette eau se charge d'hydrate de chloral qui se reforme lentement aux dépens de l'eau et du chloral anhydre en solution dans le chloroforme, et, au bout d'un certain temps, la dissolution plus dense tombe au fond du vase.

» Lorsque la distillation a continué pendant un certain temps, l'hydrate de chloral, n'étant plus entraîné par un excès de vapeur de chloroforme, se condense en cristaux dans les parties froides de l'appareil. Nous évitons la reconstitution de l'hydrate de chloral et nous déterminons sa décomposition à peu près complète en opérant de la manière suivante :

» Une cornue dont le col est recourbé est mise en communication avec un ballon qui est terminé par un tube à sa partie inférieure; le tube est reçu dans un tube plus grand, rétréci à sa partie inférieure et qui peut être fermé par un robinet.

» Le mélange de chloroforme et d'hydrate de chloral est introduit dans la cornue et soumis à la distillation; les vapeurs se condensent dans le ballon, que l'on refroidit par un courant d'eau à 10 degrés. Les liquides viennent se réunir dans le tube inférieur; on ouvre légèrement le robinet, on sépare ainsi grossièrement l'eau du chloroforme; celui-ci est remis dans la cornue, munie à cet effet d'un entonnoir à robinet. Par cet artifice, il y a toujours assez de chloroforme dans la cornue. L'eau s'accumule dans le tube et reste au-dessus du chloroforme; 20 grammes d'hydrate de choral nous fournissent environ 2 centimètres cubes d'eau.

» L'expérience dure de dix à quinze minutes. Le chloroforme est préalablement traité par le chlorure de calcium et distillé; l'hydrate de chloral est desséché dans le vide au-dessus d'anhydride phosphorique.

» Dans ces expériences, un excès de chloral anhydre ne doit pas gêner, et, en effet, nous pouvons ajouter plusieurs centimètres cubes de choral anhydre au mélange de chloroforme et d'hydrate de chloral, ce qui ne nous empêche pas de recueillir des quantités à peu près théoriques d'eau.

» Y a-t-il action chimique ? On ne saurait l'admettre; d'ailleurs, le chloroforme liquide bouillant ne décompose pas l'hydrate de choral, il le dissout, et, par le refroidissement, on obtient de beaux cristaux de ce composé.

» Dans ces expériences, nous déterminons la dissociation de l'hydrate

de chloral à 61 degrés environ, dans une atmosphère de chloroforme. Les résultats sont les mêmes en opérant vers 47 degrés dans de la vapeur de sulfure de carbone.

» Nous nous réservons de continuer l'étude de ce phénomène, et de rechercher à quelle température et dans quelles conditions de pression commence la dissociation de l'hydrate de choral. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la levûre de bière;* par MM. **P. Schutzenberger** et **A. Destrem.**

« Nous avons cherché à préciser, mieux qu'on ne peut le faire avec les données actuellement connues, le sens des phénomènes chimiques qui se passent dans la cellule de levûre, pendant qu'elle accomplit ses diverses fonctions : respiration, fermentation du sucre, désassimilation de ses propres principes convertis en substances solubles, développement et multiplication lorsque le milieu dans lequel elle vit lui fournit des éléments nutritifs.

» Sans nous préoccuper aujourd'hui des relations qui peuvent exister entre ces diverses manifestations de la vie de la cellule, nous comparerons, dans cette Note, les modifications éprouvées par la levûre mise en présence du sucre à celles qu'éprouve la levûre abandonnée à elle-même dans des conditions identiques, la présence du sucre exceptée.

» Observons d'abord que, d'après nos expériences, les quantités d'oxygène absorbé ou de sucre décomposé dans l'unité de temps sont proportionnelles à la quantité de levûre employée, indépendantes entre certaines limites de la dose d'oxygène ou de sucre, et fonctions de la température. Il est évident, d'après cela, que l'élément temps ne peut être négligé quand on veut comparer deux expériences faites avec des systèmes placés dans des conditions diverses.

» Si l'on décompose entièrement 10 grammes de sucre avec 1, 2, 3, 4, ... parties de levûre, les systèmes finals ne seront plus comparables, puisque les durées des expériences ne seront plus les mêmes et que dans les plus prolongées la levûre aura pu éprouver des modifications étrangères à la fermentation, qui seront forcément moins accentuées dans les essais à courte durée.

» L'expérience, dont nous donnons ici les résultats abrégés, a porté sur une levûre fraîche d'Alsace, marque C.H.T.

» Elle contenait 27,69 pour 100 de matériaux solides. 100 parties de ce résidu contiennent : matières minérales, 8,07; carbone, 46,68; hydrogène, 6,58; azote, 10,1; oxygène, 28,57. 100 grammes de cette levûre *fraîche*, traités par l'eau bouillante, laissent 21^{gr},1 de résidu insoluble. Celui-ci contient pour 100 parties : matières minérales, 1,0; carbone, 50,49; hydrogène, 7,08; azote, 10,57; oxygène, 30,86.

» *Composition du premier système.* — Levûre C. H. T., 50 grammes; eau, 1000 grammes; sucre blanc ordinaire, 100 grammes.

» *Composition du second système.* — Levûre C. H. T, 50 grammes; eau, 1000 grammes.

» On a mis en expérience au même moment à l'étuve, à 30 degrés centigrades; l'expérience a duré vingt-quatre heures; tout le sucre avait disparu. Les liquides sont portés à l'ébullition; filtrés sur filtres tarés; le résidu lavé à l'eau chaude est séché à 110 degrés et pesé; le liquide filtré est distillé dans le vide, et le résidu séché dans le vide sec à 100 degrés, puis pesé.

» Chaque expérience est faite en double; les résultats concordent.

» *Données du premier système.* — Résidu insoluble sec, 9^{gr},445, contenant pour 100 : cendres, 1,35; carbone, 49,08; hydrogène, 7,09; azote, 7,85; oxygène, 34,63.

» Résidu soluble visqueux, 9,48 à 9,61, contenant pour 100 : cendres, 9,7; carbone, 40,8; hydrogène, 6,83; azote, 6,32; oxygène, 36,35.

» *Données du second système.* — Résidu insoluble, 8,76, contenant pour 100 : cendres, 1,65; carbone, 51,87; hydrogène, 8,13; azote, 9,98; oxygène, 28,37. Résidu soluble, 4,06 à 4,18, contenant pour 100 : cendres, 23,2; carbone, 34,05; hydrogène, 5,82; azote, 10,51; oxygène, 26,42.

» En ramenant toutes ces déterminations à 100 de levûre fraîche initiale, on peut dresser le Tableau suivant :

	LEVURE FRAICHE.			SECOND SYSTÈME.			PREMIER SYSTÈME.		
	Résidu insoluble.	Résidu soluble.	Somme.	Résidu insoluble.	Résidu soluble.	Somme.	Résidu insoluble.	Résidu soluble.	Somme.
Cendres.......	0,21	2,02	2,23	0,28	1,94	2,15	0,25	1,84	2,09
Carbone.......	10,60	3,16	13,76	9,18	2,86	12,04	9,27	7,75	17,02
Hydrogène....	1,48	0,35	1,83	1,41	0,48	1,89	1,34	1,30	2,64
Azote.........	2,20	0,61	2,81	1,62	0,88	2,63	1,50	1,20	2,70
Oxygène.......	6,50	0,50	7,00	5,04	2,24	7,15	6,64	7,91	14,50
Total.....	20,99	6,64	27,63	17,53	8,40	25,86	19,00	20,00	38,95

» La digestion seule de la levûre à 30 degrés, pendant vingt-quatre heures, lui fait perdre 1,77 pour 100 de matériaux solides. Cette perte est due à la fermentation secondaire de la levûre *seule*, observée par M. Pasteur. Avec levûre et sucre, il y a une augmentation de matériaux solides, de 11,3 pour 100 de levûre ou plutôt pour 200 de sucre, soit de 5,7 pour 100 de sucre; elle est due aux principes du sucre qui échappent à la fermentation

alcoolique, comme l'avait vu M. Pasteur. Si l'on admet que la perte observée dans le second système a eu lieu en même temps et a été compensée, la part du sucre serait plus forte et égale à 7,4 pour 100 de sucre. Le résidu insoluble, après fermentation, contient moins de carbone et d'azote que celui de la levûre fraîche et autant d'oxygène; comparé au résidu insoluble de la levûre digérée vingt-quatre heures, il contient à peu près autant de carbone, d'hydrogène et d'azote, mais plus d'oxygène. Cette différence s'explique par un autre rapport de mélange entre les substances hydrocarbonées, qui renferment 50 pour 100 d'oxygène, et les matières protéiques qui n'en contiennent que 23 à 24 pour 100.

» La proportion de matières albuminoïdes transformées et éliminées est la même dans les deux cas, comme le démontre le poids d'azote qui ne varie pas; mais dans la simple digestion il y a destruction d'une matière hydrocarbonée qui, au contraire, reste ou est remplacée pendant la fermentation.

» Dans une prochaine Note, nous étudierons l'influence de la respiration et d'une digestion plus longtemps prolongée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les homologues de l'acide oxyheptique.* Note de M. E. **Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« Les homologues de l'acide oxyheptique que j'ai préparés jusqu'ici sont les suivants :

» *Acide oxytétrique*, $3C^4H^4O^3 + H^2O$. — Cet acide, fusible à 203-204 degrés, cristallise, par refroidissement de sa solution dans l'eau bouillante, en petits mamelons sphériques, formés de très-fines aiguilles. Sa solution dans l'alcool le laisse déposer par évaporation lente en cristaux distincts, appartenant à l'un des trois derniers systèmes cristallins. Ce composé, qui est très-soluble dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, est insoluble dans le chloroforme, ainsi que ses homologues; il est assez soluble dans l'eau froide.

» *Acide oxypentique*, $3C^5H^6O^3 + H^2O$. — Il fond à 193 degrés et, déposé de sa solution aqueuse bouillante, présente le même aspect et les mêmes propriétés que le précédent. Il est pourtant moins soluble dans l'eau froide et sa forme cristalline est différente.

» *Acide oxyhexique*, $3C^6H^8O^3 + H^2O$. — Dérivé de l'éther propylacétylacétique, il fond à 173-174 degrés et se présente, par refroidissement de sa solution aqueuse bouillante, en très-petites lamelles nacrées.

» L'*acide isoxyhexique*, isomère du précédent et dérivé de l'éther isopropylacétylacétique, fond à 186-187 degrés. Il se présente, par évaporation lente de sa solution alcoolique, en beaux cristaux clinorhombiques. Les autres propriétés sont semblables à celles des acides oxytétrique et oxypentique; cependant, de même que son isomère, sa solubilité dans l'eau froide est moins grande.

» On peut faire pour ces acides la même remarque que pour les acides tétrique, pentique, etc.: leurs propriétés générales sont calquées sur celles de l'un quelconque d'entre eux.

» Ce sont des acides énergiques qui décomposent facilement les carbonates. Leurs sels correspondent, pour l'acide oxytétrique, à la formule

$$3C^4H^3MO^3 + M^2O,$$

dans laquelle M représente Ma, Ag, $\frac{1}{2}$Ba, $\frac{1}{2}$Ca, etc. Ces sels sont d'ordinaire bien cristallisés. Ceux d'argent et de cuivre sont peu solubles dans l'eau.

» Ils s'éthérifient facilement par une chauffe à 150 degrés avec de l'alcool.

» L'hydrogène naissant dégagé par le zinc et l'acide chlorhydrique se fixe sur ces acides d'après l'équation

$$(3C^4H^4O^3 + H^2O) + H^2 = 3C^4H^6O^3 + H^2O;$$

il en est de même de ses analogues. On obtient ainsi :

» L'acide hydroxytétrique, $C^4H^6O^3$, fusible à 111 degrés, qui cristallise avec facilité, mais en masses indistinctes; il est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, même à froid. Il en est de même de ses homologues, dont la solubilité dans l'eau froide diminue cependant de plus en plus. Ces corps sont éthérifiés à 150 degrés par l'alcool, avec production d'éthers d'odeurs faibles, assez agréables.

» Le perchlorure de phosphore, en réagissant sur l'acide oxytétrique et ses homologues, fournit une huile chlorée qui, dans le cas des homologues supérieurs, est très-difficilement attaquable par l'eau, tandis que le chlorure oxytétrique s'attaque relativement facilement par l'eau froide. Ces chlorures sont formés suivant l'équation

$$(3C^4H^4O^3 + H^2O) + 7PhCl^5 = 7PhCl^3O + 5HCl + 3C^4H^3Cl^3O.$$

» Ces chlorures ne sauraient être distillés sans décomposition sous la

pression ordinaire. Traités par l'alcool, ils s'échauffent graduellement et donnent finalement un éther. Cette réaction se passe en deux phases. La première phase a lieu suivant l'équation

$$C^4H^2Cl^3O + 2C^2H^6O = 2HCl + C^4H^2ClO(OC^2H^5)^2.$$

» On peut la mettre en évidence en dissolvant le chlorure à froid dans un grand excès d'alcool pour éviter un échauffement trop fort, et additionnant aussitôt la liqueur d'ammoniaque. Il se produit alors la réaction suivante :

$$C^4H^2ClO(OC^2H^5)^2 + AzH^3 = HCl + C^4H^2AzH^2O(OC^2H^5)^2.$$

» L'éther amidé formé cristallise avec facilité. Ces éthers se présentent sous forme de grandes aiguilles satinées peu solubles dans l'eau froide.

» Dans la seconde phase de l'action de l'alcool sur le chlorure, il se produit la réaction

$$C^4H^2ClO(OC^2H^5)^2 + C^2H^6O = C^4H^2O(OC^2H^5)^3,$$

et, si l'alcool est aqueux, on a en même temps

$$C^4H^2ClO(OC^2H^5)^2 + H^2O = C^4H^2OOH(OC^2H^5)^2.$$

Ce dernier éther paraît encore se produire, et cette fois à l'état de pureté, quand on détruit par une longue ébullition avec l'eau les éthers amidés dont il a été question plus haut.

» Ces éthers ne présentent pas d'intérêt particulier. J'ai précédemment attribué à tort à l'éther oxyheptique $C^7H^9O(OC^2H^5)^3$, souillé de quelque peu de l'éther $C^7H^9OOH(OC^2H^5)^2$, la formule $C^7H^9OOH(OC^2H^5)^2$. Ces éthers, traités par l'ammoniaque aqueuse, fournissent à la longue une amide qu'on obtient de suite par l'action de l'ammoniaque aqueuse sur le chlorure de l'acide correspondant. La réaction s'exprime par la formule

$$3C^4H^2Cl^3O + 2H^2O + 5AzH^3 = 9HCl + C^{12}H^9(AzH^2)^5O^5.$$

» On voit que l'amide formée est celle de l'acide oxytétrique. En effet, $C^{12}H^9(OH)^5O^5 = 3C^4H^4O^3 + H^2O$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyse d'un miel d'Éthiopie.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« On trouve en Éthiopie, dans des cavités souterraines, un miel fabriqué sans cire par un insecte semblable à un gros moustique. Ce miel est appelé dans le pays *tazma*. Les indigènes s'en servent à l'état framboisé pour guérir les maux de gorge. M. Pierre Arnoux ayant rapporté en France un échantillon de ce miel, qu'il a donné à M. A. d'Abbadie, l'échantillon fut remis à M. Berthelot, qui me le confia.

» Voici les résultats de mon analyse :

Eau	25,5
Sucres fermentescibles (lévulose avec un sixième de glucose en excès; exempt de sucre de canne)	32
Mannite	3
Dextrine	27,9
Cendres	2,5
Matières diverses et pertes	9,1
	100,0

» Les sucres fermentescibles ont été dosés par les méthodes ordinaires, c'est-à-dire en combinant la mesure du pouvoir réducteur avec celle du pouvoir rotatoire, avant et après l'action des acides, puis avant et après la fermentation, enfin en contrôlant les résultats par la mesure de l'acide carbonique produit par la fermentation.

» La mannite a été retirée en épuisant le miel fermenté et réduit en consistance de sirop par l'alcool faible, et traitant la liqueur évaporée et abandonnée pendant plusieurs jours sous une cloche par l'alcool fort, qui laisse la mannite sous la forme d'un précipité cristallin. Le chiffre donné plus haut est évidemment un minimum. L'identité de ce corps a été reconnue par l'analyse centésimale, le point de fusion, la densité et le pouvoir rotatoire du dérivé hexanitrique.

» La matière non fermentescible a été évaporée en consistance de sirop. Une partie de ce sirop a été délayée à froid dans l'acide sulfurique concentré; puis le tout a été versé dans une grande quantité d'eau bouillante, afin de changer la dextrine en glucose; c'est ce dernier qui a été dosé ensuite, et l'on en a déduit, par une simple proportion équivalente, le poids de la

dextrine. Celle-ci, dans la liqueur primitive, ne colore pas l'iode; elle réduit faiblement le tartrate de cuivre. Le pouvoir rotatoire rapporté à la flamme du sodium est voisin de 71 degrés, c'est-à-dire la moitié à peu près de celui de ces dextrines à faible rotation et sans action sur l'iode, étudiées dernièrement par M. Bondonneau et par MM. Musculus et Gruber. L'absence d'acide mucique, après l'action de l'acide azotique, la distingue des matières gommeuses proprement dites. Le produit que j'ai examiné était-il homogène ou bien formé par un mélange des dextrines précédentes avec une substance inactive ou même lévogyre, mais susceptible d'être changée de même en glucose sous l'influence de l'acide sulfurique? C'est ce que je ne prétends pas décider, me bornant à relater les faits que j'ai observés.

» Disons enfin que ce miel contient une petite proportion d'un principe âcre qui n'a pu être isolé. Il est exempt d'azote.

» En somme, la composition de ce miel rappelle celle des mannes du Sinaï et du Kurdistan, autrefois analysées par M. Berthelot ([1]), celle de la matière sucrée des feuilles du tilleul, analysée par M. Boussingault ([2]), ainsi que celle du miel ordinaire lui-même. Elle se distingue cependant de ces diverses substances par l'absence de sucre de canne. Il peut y avoir un certain intérêt dans ce rapprochement entre la composition de ces matières sucrées d'origine si différente ([3]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la banane.* Note de M. **B. Corenwinder**, présentée par M. Peligot.

« Dans la séance du 27 janvier dernier, MM. Marcano et Muntz ont présenté à l'Académie les résultats de leurs recherches sur la banane. M'étant occupé à plusieurs reprises de ce sujet, si intéressant pour les habitants des régions tropicales, je demande à l'Académie la permission de lui soumettre, de mon côté, les chiffres de plusieurs analyses de ce même fruit, que j'ai faites il y a deux ou trois ans.

([1]) *Annales de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXVII, p. 82.

([2]) Même Recueil, t. XXV, p. 5.

([3]) Cette analyse a été faite au laboratoire de M. Berthelot.

» D'après une de ces analyses, voici quelle serait la composition de la banane à l'état de maturité [1] :

Eau	72,450
Sucre cristallisable	15,900
Sucre interverti	5,900
Cellulose	0,380
Substances azotées (0,342 d'azote)	2,137
Pectine	1,250
Matière grasse, acides organiques, etc	0,958
Matières minérales	1,025
	100,000

» Ces chiffres diffèrent, en quelques points, de ceux qui ont été trouvés par MM. Marcano et Muntz; cela n'a rien d'étonnant, car, ainsi que je vais le démontrer, la composition de la banane varie beaucoup suivant les provenances, l'état de maturité, les conditions de culture, l'espèce, et d'autres causes qu'on ne peut assigner. Il en est ainsi, du reste, pour tous les produits végétaux, notamment pour la betterave, dans laquelle, d'après mes essais multipliés, la proportion du sucre peut varier de 0,9 à 18 pour 100, et même au delà.

» L'analyse qui précède a été effectuée sur quelques bananes détachées d'un régime entier que j'avais reçu en été, du Brésil, et qui m'était parvenu sain et parfaitement mûr.

» J'ai profité de cette occasion pour doser successivement les sucres contenus dans ces fruits, depuis le jour où je les ai reçus jusqu'au moment où ils commençaient à s'altérer. Le Tableau suivant représente les résultats obtenus :

	État des fruits.	Sucre cristallisable dans le fruit intérieur.	Sucre incristallisable dans le fruit intérieur.	Sucre total.
1.	Fruit mûr, sain, chair encore ferme	15,90	5,90	21,80 [2]
2.	» » »	15,72	6,34	22,06
3.	» » »	15,10	6,43	21,53
4.	» » »	14,28	6,69	20,97
5.	Fruit plus mûr, chair molle	12,25	8,95	21,20
6.	Fruit très-mûr, »	10,16	8,92	19,08
7.	» »	9,26	9,75	19,01
8.	» chair blette	4,51	11,70	16,21
9.	» »	3,13	12,90	16,03
10.	» chair très-blette	2,84	11,84	14,68

(1) Cette analyse, ainsi que les suivantes, a eu lieu sur la partie comestible de la banane dépouillée de son enveloppe.

(2) M. H. Buignet a reconnu que, pendant toute la durée de l'accroissement de la banane, la matière sucrée est constituée entièrement par du sucre de canne.

» On voit donc que, dans le fruit sain et mûr, la proportion du sucre total peut s'élever à 22,06 pour 100, et, ainsi qu'il fallait s'y attendre, que le sucre interverti augmente dans la banane à mesure que la maturité fait des progrès.

» Les matières azotées varient également beaucoup dans les bananes.

» D'après l'analyse qui précède, 100 grammes de banane à l'état normal renfermaient $0^{gr},342$ d'azote, c'est-à-dire qu'il y avait dans la matière séchée à 100 degrés :

	Pour 100.
Azote	1,242

» Dans d'autres fruits de même nature, mais d'origines différentes, j'ai trouvé :

	Pour 100.
Banane de provenance inconnue Azote (du poids sec)	0,9
Petites bananes d'Algérie Azote (du poids sec)	0,614

» Ainsi que MM. Marcano et Muntz, je pense que la banane pourrait être l'objet d'une importante exploitation industrielle, notamment pour produire un alcool excellent.

» En France, on met souvent en fermentation, dans les usines, les mélasses avec du jus de betterave. Dans les pays chauds, pour régulariser les fermentations de mélasses de canne, il y aurait peut-être avantage à faire *un pied* avec du jus de banane qui fermente spontanément et à faire couler dans ce pied, pendant qu'il est en fermentation, la mélasse étendue de la quantité d'eau convenable, en prenant la précaution, bien connue des distillateurs, de faire les additions du liquide fermentescible par intermittence et avec lenteur. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un procédé d'enrichissement des phosphates à gangue carbonatée*. Note de M. **L. L'Hote**, présentée par M. Peligot.

« Les phosphorites exploitées dans le midi de la France pour la fabrication du superphosphate de chaux contiennent environ 70 pour 100 de phosphate de chaux et 12 pour 100 de carbonate de chaux. A côté de ce phosphate, on trouve en grandes masses une matière trop pauvre en phosphate et trop riche en carbonate de chaux pour être transformée avantageusement en superphosphate.

» La gangue carbonatée mélangée intimement à la roche n'a pu jusqu'ici être enlevée par des moyens mécaniques. Les procédés chimiques employés dans le même but ont consisté à dissoudre non-seulement le carbonate de chaux mais aussi le phosphate de chaux, en vue de préparer un phosphate analogue au produit désigné sous le nom de *phosphate d'os précipité*.

» Les phosphates à gangue carbonatée, chauffés au rouge vif, ne perdent qu'une partie de leur acide carbonique, et le résidu de la calcination est un mélange de phosphate de chaux, de chaux vive et de carbonate de chaux.

» Je suis arrivé à obtenir un départ complet de l'acide carbonique en m'inspirant des travaux de Gay-Lussac sur la décomposition du carbonate de chaux au moyen de la chaleur. Lorsqu'on fait passer sur du phosphate en roche, chauffé à une température voisine du rouge cerise, un courant de vapeur d'eau, la décarbonatation est complète, et l'on trouve une matière ne donnant plus d'effervescence avec les acides et constituée essentiellement par un mélange de chaux vive et de phosphate de chaux. La phosphorite ainsi traitée, devenue friable, est soumise au broyage. Pour séparer la chaux vive, il suffit de traiter la poudre par de l'acide chlorhydrique faible, marquant 1 degré B., ajouté en quantité suffisante pour obtenir une saturation aussi exacte que possible. Le phosphate, en raison de sa densité, se dépose rapidement et peut facilement être débarrassé du chlorure de calcium par des lavages prolongés. Le produit, égoutté, traité directement par l'acide sulfurique, est transformé en superphosphate.

» Voici les résultats fournis par le traitement de deux phosphorites pauvres :

	Dans 100 de phosphorite			
	avant traitement.		après traitement.	
	A.	B.	A.	B.
Eau totale	17,56	20,24	»	»
Phosphate de chaux	36,28	38,52	75,69	80,47
Carbonate de chaux	34,77	32,27	»	»
Sable, argile, fluorure, etc.	11,39	8,97	24,31	19,53
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Cette méthode me paraît susceptible d'être employée pour l'enrichissement des phosphates à gangue carbonatée exploités dans un grand nombre d'autres localités au profit de l'agriculture. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur diverses épizooties de diphthérie des oiseaux de basse-cour observées à Marseille, et sur les relations possibles de cette maladie avec la diphthérie de l'espèce humaine.* Note de M. NICATI, présentée par M. Vulpian.

« J'ai communiqué, l'an dernier, à la Société de Médecine de Marseille, diverses recherches et observations sur la diphthérie, et, en particulier, la relation d'une épizootie qui avait décimé un poulailler de l'avenue de Longchamp. C'est à l'obligeance de M. Gavard, vétérinaire, que j'ai dû de pouvoir observer ces faits.

» Des fausses membranes épaisses, de couleur jaunâtre, revêtaient tantôt la bouche et le pharynx, tantôt les yeux. Une fois, je les trouvai jusque dans les bronches, accompagnant une forme particulière d'hépatisation pulmonaire jaune et puante. Une poule est morte le lendemain du jour où l'on a observé les premiers symptômes de maladie, après avoir encore pondu la veille; une autre a vécu trois jours et une troisième cinq; d'autres fois, les animaux ont été malades pendant des semaines. Quelques-uns ont guéri.

» M. Gavard nous a indiqué un symptôme particulier aux poules qui ont la gorge atteinte; c'est un cri, « sorte de plainte tenant de l'ébroue-» ment, et pour la production de laquelle les poules écartent brusquement » et avec difficulté, dirait-on, les deux parties du bec ».

» L'épizootie que j'observai au commencement de janvier 1878 durait depuis plusieurs semaines. Il y avait encore trois animaux malades. Je les emportai. M. Gavard fit nettoyer et désinfecter à l'acide sulfureux le poulailler, que l'on finit par blanchir à la chaux, et il n'y eut pas de nouveaux cas de maladie.

» Les poules emportées me servirent aux expériences suivantes. J'inoculai la cornée d'un lapin et celles de plusieurs poules, dont les unes étaient atteintes de diphthérie buccale. A cet effet, j'ai fait un grand nombre de piqûres dans la cornée et frotté sur elles, par l'entremise des paupières, des débris de fausse membrane. D'autres expériences m'ayant appris que c'est dans les parties profondes situées immédiatement sur la muqueuse que se trouve surtout l'élément actif, j'ai eu soin d'appliquer sur la cornée la face profonde des fausses membranes. Toutes ces inoculations ont parfaitement réussi; elles m'ont fourni des dessins de propagation analogues à ceux qu'a publiés Éberth pour la diphthérie humaine.

» Tels sont, brièvement exposés, les faits relatifs à cette première épidémie, que je communiquai à la Société de Médecine. Ils nous parurent acquérir une importance plus grande lorsque M. Gibert vint nous montrer, dans sa statistique mortuaire, une augmentation des décès par diphthérie dans l'espèce humaine, coïncidant avec l'épizootie du boulevard de Longchamp. L'importance de ces faits est accrue encore par ceux que j'ai nouvellement observés.

» Ces faits sont :

» 1° Une épizootie dans un pigeonnier de la villa Talabot, située dans la banlieue. Les pigeons ont péri en grand nombre. J'ai pu examiner deux individus que je dois à l'obligeance de M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences. Tous deux avaient la muqueuse de l'arrière-bouche revêtue d'un enduit pultacé; sur l'un deux seulement, il y avait une plaque diphthéritique bien nette, de couleur jaunâtre et facile à détacher. Ces pigeons m'ont été apportés après leur mort et l'on sait que les fausses membranes diphthéritiques sont moins nettement caractérisées sur le cadavre que sur l'individu vivant. Les pigeons que l'on m'a apportés le 27 novembre ont été les derniers atteints de la maladie, qui a sévi durant plusieurs semaines auparavant.

» 2° Une épizootie dans une volière de la rue de l'Académie, située au centre de la ville. Je dois à M. le Dr Queirel d'avoir pu examiner les derniers animaux survivants, au nombre de trois, dont deux pigeons et une poule. C'était le 11 décembre, et l'épidémie durait également depuis plusieurs semaines. La poule en était à sa seconde atteinte, survenue peu de semaines après la guérison de la première. Tous trois ont succombé : les pigeons dès le lendemain et le surlendemain, dans un état de faiblesse croissante; la poule, qui faisait mine de supporter aisément le mal, cessa de manger après quelques jours et fut trouvée morte vingt-quatre heures après. Ces trois animaux avaient la gorge revêtue d'une fausse membrane épaisse qui pénétrait jusque dans les cavités nasales.

» L'autopsie des cinq individus que j'ai vus cette année n'a révélé aucune particularité notable. Des expériences d'inoculation faites comme l'an dernier ont été absolument confirmatives.

» Pour résoudre la question de savoir si les épidémies dont je viens de rendre compte ont quelque relation avec la diphthérie de l'espèce humaine, j'ai demandé s'il y avait eu des cas de la maladie dans le voisinage. Il n'y en a pas eu. Je consultai la statistique mortuaire de la ville, et je trou-

vai les chiffres suivants, indiquant par mois le total des décès causés par le croup, l'angine couenneuse et la diphthérie :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
19	20	27	25	21	12

Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
22	19	19	23	26	38

Ces chiffres indiquent une recrudescence qui commence à partir d'octobre et atteint en décembre un chiffre considérable.

» J'ajouterai le fait suivant : c'est que les quatre cas de diphthérie oculaire que j'ai observés depuis mon arrivée à Marseille sont survenus au moment même où j'étudiais la diphthérie des volailles : deux cas au moment de l'épizootie du boulevard de Longchamp et deux cas pendant celle de la rue de l'Académie.

» Qu'on ajoute à ces faits l'inoculabilité à un mammifère tel que le lapin, et l'on ne pourra se défendre de l'idée qu'il pourrait y avoir des relations entre la diphthérie de la volaille et celle de l'homme, et que peut-être ce serait dans les deux cas une seule et même maladie. S'il en était ainsi, la surveillance des oiseaux de basse-cour offrirait, à ce point de vue, un intérêt de première importance pour l'hygiène publique.

» Des expériences me manquent sur la question de savoir si l'inoculation est possible par les fausses membranes après leur cuisson. Quoi qu'il en soit de ce point, s'il y a identité de nature de l'affection diphthéritique chez l'homme et chez les oiseaux, la contagion serait possible pendant l'apprêt de la volaille; elle serait possible aussi par le séjour des bêtes vivantes dans les maisons.

» Mû par ces considérations, j'ai cru devoir demander au Conseil d'hygiène des Bouches-du-Rhône s'il n'y avait pas lieu de prendre des mesures ayant pour but de prévenir l'entrée en ville ou le débit des volailles malades de diphthérie, et de rechercher les foyers d'épizootie pour procéder à leur extinction. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la sensibilité de l'œil à l'action de la lumière colorée plus ou moins additionnée de lumière blanche, et sur la photométrie des couleurs.* Note de M. A. **Charpentier**, présentée par M. A. Vulpian.

« L'ensemble de nos expériences sur la sensibilité lumineuse et sur la

sensibilité chromatique ([1]) conduisait à une déduction assez imprévue que nous avons tenu à vérifier expérimentalement. Si les sensations de couleur sont le résultat d'une fonction visuelle particulière et distincte de la simple sensibilité lumineuse, l'addition d'une certaine quantité de lumière blanche à une couleur saturée quelconque ne doit pas modifier la sensibilité de l'œil pour cette couleur. Voici comment nous avons procédé pour contrôler cette hypothèse.

» Pour connaître la sensibilité de l'œil aux diverses lumières colorées que nous avions à examiner, nous déterminions, suivant notre méthode habituelle, sous quelle intensité minimum cet œil était capable de reconnaître la couleur présentée. Quant à celle-ci, nous la produisions de la manière suivante. Un écran en verre dépoli, éclairé par le jour, formait une image réelle sur un autre écran semblable par l'intermédiaire d'une lentille convergente. Cette lentille était recouverte d'un diaphragme à surface variable, destiné à intercepter ou à laisser passer, au gré de l'opérateur, une proportion voulue de rayons lumineux. Quant au champ libre de ce diaphragme, il était occupé en partie par un verre coloré d'une pureté reconnue. Lorsqu'on ne laissait passer par la lentille que les rayons ayant traversé ce verre coloré, on obtenait sur l'écran une image colorée très-pure, sans mélange de lumière blanche; mais, si l'on ouvrait plus ou moins le diaphragme, on laissait passer, en même temps que la lumière colorée précédente, une certaine proportion plus ou moins grande de lumière blanche. On obtenait ainsi une image formée par le mélange intime d'une quantité constante de lumière colorée et d'une proportion variable de lumière blanche. Dès lors il était facile de produire une foule de cas particuliers dans chacun desquels on déterminait le pouvoir distinctif de l'œil pour la couleur correspondante.

» Nos expériences ont porté sur trois couleurs pures : bleu, vert, rouge. Pour chacune de ces couleurs, nous avons déterminé comparativement le pouvoir distinctif de l'œil, d'abord quand la couleur était pure et saturée, d'autre part quand on la mélangeait avec des quantités croissantes de lumière blanche. Or, ce pouvoir distinctif était le même; en d'autres termes, la sensibilité chromatique restait constante dans ces différentes conditions, pourvu que la lumière blanche surajoutée ne dépassât pas un certain maximum déterminé. Ce maximum possède une valeur assez élevée, car nous avons pu ajouter à de la lumière bleue une quantité

([1]) *Comptes rendus*, séances des 18 février, 20 mai, 27 mai 1878 et 27 janvier 1879.

double et triple de lumière blanche sans que la sensibilité de l'œil pour cette couleur diminuât; pour le rouge, le maximum de lumière blanche que l'on pouvait mélanger à cette couleur sans la rendre moins facile à reconnaître s'élevait jusqu'à dix et douze fois l'intensité du rouge lui-même.

» On se demandera maintenant comment nous avons pu comparer l'intensité de nos lumières blanches et colorées, chose qu'on avait regardée jusqu'ici comme impossible; mais cela est aujourd'hui facile depuis que nous avons montré, avec M. Landolt, qu'une couleur quelconque commence par agir sur la sensibilité lumineuse de l'œil en produisant une sensation de lumière incolore. Dès lors, on n'a qu'à déterminer, suivant notre méthode, pour chaque lumière employée, quelle est la quantité minimum capable de déterminer cette sensation primitive, et l'on possédera ainsi un élément très-simple de comparaison. C'est ainsi que nous avons pu établir les chiffres précédents, qui, sans être absolus, présentent néanmoins une approximation suffisante.

» Si l'on continue à ajouter aux couleurs précédentes une quantité croissante de lumière blanche, il arrive assez brusquement un moment à partir duquel elles sont très-difficilement reconnues; mais au-dessous de ce cas extrême, et dans les limites très-larges que nous avons fixées, il est bien établi que l'intervention de la lumière blanche ne modifie pas la sensibilité chromatique.

» Ce fait curieux confirme d'une façon éclatante la distinction que nous nous sommes efforcé d'établir entre la sensibilité chromatique, fonction spéciale et de perfectionnement, et la sensibilité lumineuse, fonction primitive et essentielle de l'appareil visuel. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques et le mode d'élimination du méthylsulfate de soude.* Note de M. **Rabuteau**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« Le méthylsulfate ou sulfométhylate de soude est un sel blanc, inodore, d'une saveur presque nulle, à laquelle succède un arrière-goût sucré. Il est difficilement cristallisable et déliquescent. Il s'altère peu à peu à l'air, surtout lorsqu'il est humide, en donnant du sulfate de soude qui le rend amer et dégageant une odeur légèrement alliacée, qui rappelle celle du sulfate de méthyle (1).

(1) Le sulfométhylate qui a servi à mes recherches a été préparé suivant le procédé de

» J'ai injecté dans une veine d'une patte postérieure, chez un chien de taille moyenne, 10 grammes de méthylsulfate de soude dissous dans 25 grammes d'eau. L'animal n'a paru rien éprouver, si ce n'est que, les trois jours suivants, il a eu des selles rares et tout à fait sèches.

» L'expérimentation clinique a démontré que le sulfométhylate de soude purge facilement aux doses de 15 à 20 grammes dissous dans deux verres d'eau.

» J'avais remarqué, dans les urines du chien en expérience, un excès de sulfates, ce qui conduisait à admettre une métamorphose plus ou moins complète du méthylsulfate en sulfate, dans l'organisme. Pour élucider la question, j'ai pris, le 24 janvier, 3 grammes de méthylsulfate de soude, par fractions de 50 centigrammes à 1 gramme dans la journée. Dans ces conditions, le sel devait être absorbé sans produire d'effet purgatif et s'éliminer par la voie rénale. L'analyse de mes urines m'a permis de constater que le méthylsulfate absorbé s'était transformé, à peu près complétement, en sulfate. Ce sel se comporte comme le sulfovinate ou éthylsulfate, que j'ai étudié antérieurement [1]. »

ANATOMIE. — *Sur l'ossification sous-périostique, et particulièrement sur le mécanisme de la formation des systèmes de Havers, dans l'os périostique.* Note de M. **Laulanié**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« .... Quand on examine des coupes transversales pratiquées sur les os longs de fœtus de mammifères (nos observations ont eu principalement pour objet le radius des ruminants domestiques, le métacarpien et la première phalange du cheval), il semble que les images très-saisissantes et souvent très-régulières que l'on a sous les yeux peuvent s'expliquer en admettant la formule suivante : le périoste *abandonne* alternativement des bandes circulaires et continues de moelle, et des bandes circulaires et interrompues de substance osseuse.

» Cette expression conduit à comprendre l'origine des cavités primitives qui doivent plus tard être remplies par les systèmes de Havers. Pour cela, il importe de rappeler que les bandes osseuses sont d'autant plus épaisses

MM. Dumas et Peligot, en traitant 1 partie d'alcool méthylique par 2 parties d'acide sulfurique, saturant ensuite par le carbonate de baryte et décomposant le sulfométhylate de baryte par le sulfate de soude.

[1] *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, 10 juin 1870.

qu'elles sont plus centrales, c'est-à-dire plus anciennes, tandis que les bandes médullaires diminuent et rétrogradent devant le tissu osseux qui se développe à leurs dépens.

» Mais le fait le plus intéressant est la présence de *commissures radiées,* rattachant les bandes osseuses voisines. Ces commissures sont certainement des formations secondaires et apparaissent postérieurement aux bandes osseuses qu'elles rattachent l'une à l'autre. D'autant plus épaisses et plus nombreuses qu'elles sont plus centrales, elles commencent à s'ébaucher dans l'intervalle qui sépare les deux premières bandes osseuses. A ce niveau, on les voit émaner de ces dernières, sous forme de pointes assez régulièrement espacées. Ces pointes se produisent sur le même rayon de l'os et sur les bords opposés de deux bandes osseuses voisines; elles finissent par se rencontrer et former par leur continuité une commissure fortement étranglée à sa partie moyenne et élargie à ses extrémités. De cette manière, les bandes médullaires sont découpées en segments, qui remplissent les cavités rectangulaires résultant de la formation des commissures osseuses. Ces cavités sont, à leur tour, partagées en cavités plus petites par l'apparition de nouvelles commissures, de telle sorte que les segments médullaires deviennent de plus en plus courts, et finissent par prendre l'aspect d'îlots circulaires, autour et aux dépens desquels se formeront les lamelles d'un système de Havers.

» C'est ainsi que se forment les cavités primitives du tissu ostéoïde. Elles résultent de l'intersection des bandes concentriques par des commissures radiées formées secondairement, de telle manière que les parois d'une même cavité ne sont pas contemporaines, mais se produisent à trois périodes successives et très-rapprochées. Des deux parois transversales, l'interne est plus ancienne que l'externe, qui, à son tour, est plus ancienne que les parois latérales simultanément formées. Il est clair que, dans cette sorte de segmentation des bandes médullaires, tout le rôle appartient à la moelle. Son activité devenant particulièrement énergique à certains points, par suite de l'accumulation des ostéoblastes, des pointes poussent à la surface des bandes osseuses et des commissures se forment.

» Il est maintenant facile de reproduire l'histoire d'une bande médullaire. A l'origine, elle est continue à elle-même et adossée au périoste. Elle s'en éloigne peu à peu, par suite des formations nouvelles, tout en restant rattachée au périoste par des tractus qui établissent la continuité de toute la moelle. Son activité se traduit peu a peu par l'épaississement des bandes osseuses qui l'avoisinent, et aussi et surtout par sa segmentation spontanée et la formation concomitante des commissures radiées. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches sur le foie des Mollusques céphalopodes.* Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Milne Edwards.

Quand on cherche à soumettre à l'expérimentation physiologique le produit de sécrétion du foie de l'*Octopus vulgaris*, on se trouve en présence d'une circonstance défavorable. Les canaux excréteurs offrent dans leur paroi des éléments glandulaires dont la structure est différente de celle des acini du foie, de sorte qu'en recueillant le liquide qui s'écoule de la glande on obtient un produit déjà complexe. Il est possible toutefois, au moyen d'un artifice, d'éviter presque entièrement ce mélange. L'appareil glandulaire des conduits ne remonte pas très-haut. Si l'on coupe une partie périphérique de la glande et si l'on y creuse une dépression, celle-ci se remplit par suintement d'un liquide qu'on peut regarder comme pur et dont on peut recueillir une quantité suffisante pour l'expérience. Dans tous les cas, en supposant que ce procédé soit entaché d'erreur, comme il y a une très-grande disproportion entre le volume de ces deux appareils glandulaires, on est autorisé à attribuer l'action prépondérante du liquide recueilli à la grosse glande au foie. Le liquide qui s'écoule du foie est très-abondant. Sa densité est de 1,024; il est limpide, presque incolore, très-riche en albumine, puisqu'il se coagule et se prend en masse par la chaleur. Son caractère le plus remarquable est d'être franchement acide. C'est même, de tous les liquides qui servent à la digestion, le plus acide et le plus abondant. Ces caractères montrent déjà quelle distance il y a d'un tel liquide à la bile, mais l'expérience est plus décisive encore.

Les trois expériences suivantes vont donner le résumé de mes recherches sur le produit de sécrétion de ce prétendu foie, en l'envisageant sous le triple rapport de son action sur les albuminoïdes, les amylacés et les matières grasses.

» *Action sur les albuminoïdes* (3 octobre, 4 heures du soir; température, 18 degrés). — Sur un poulpe qui vient d'être retiré de la mer, on lie immédiatement un des conduits excréteurs du foie; dans l'autre conduit, on engage assez profondément une canule et l'on recueille dans un tube étroit six gouttes du liquide qui s'écoule. Ce liquide rougit vivement la teinture de tournesol. Dans ce tube est placé un petit morceau cylindrique de muscle retiré de a patte d'un *Carcinus mœnas*. Un morceau pareil est mis dans un autre tube avec la même quantité d'eau. Les deux tubes sont plongés dans du sable à la température de 15 degrés.

» 4 octobre, 9 heures du matin; température, 18 degrés. Examen des tubes. — Tube n° 1. Le muscle est devenu transparent et jaune. Il est ramolli. A l'œil nu, on ne distingue plus les faisceaux musculaires, très-apparents la veille. — Tube n° 2 (témoin). Le muscle est

opaque, blanc, présente le même aspect qu'à l'état normal. Les faisceaux musculaires sont très-distincts.

» 5 octobre, 9 heures du matin; température, 16 degrés. — Tube n° 1. L'acidité du liquide est toujours très-manifeste. Il n'y a pas la moindre odeur. Le morceau de muscle est presque complétement dissous; il n'en reste plus qu'une très-petite partie tout a fait diffluente. Pas trace de décomposition. — Tube n° 2 (témoin). Ce tube présente son morceau de muscle dans le même état que la veille, blanc, opaque et ferme. L'examen microscopique montre que, dans ce qui reste du tube n° 1, la fibre musculaire a complétement disparu; nulle part on ne retrouve la moindre trace de substance striée. Le résidu ne renferme que des parties tendineuses et du tissu conjonctif. Dans le tube témoin, le muscle est à l'état normal, les faisceaux existent et la striation est très-apparente.

» Il est donc évident que le liquide du foie possède une action digestive énergique et dissout les matières albuminoïdes. Cette action n'est pas moins marquée sur l'albumine et la fibrine du sérum que sur la fibre musculaire.

» *Action sur les aliments amylacés* (10 septembre, midi; température, 22 degrés). — Huit gouttes du produit de sécrétion frais du foie sont déposées au fond d'un tube. On y ajoute deux gouttes d'une eau dans laquelle on a délayé de la fécule à froid et sans la broyer. Le liquide essayé ne contient pas de glucose, bien que le réactif employé soit sensible au dix-millième. — 11 septembre; température, 20 degrés. On n'observe pas trace de réaction. — 12 septembre; température, 20 degrés. Traces infinitésimales du glucose. — 13 septembre. Comme la veille, la décomposition commence.

» Ainsi on ne peut pas dire que le produit de sécrétion du foie ait une action réelle sur les matières amylacées, puisque ce n'est qu'après quarante-huit heures, et lorsque la putréfaction est proche, qu'on trouve des traces de glucose. Celles-ci doivent être rapportées à la transformation spontanée de la fécule en glucose en présence des albuminoïdes. M. Bert, dans son Mémoire sur la Seiche, a signalé la présence du sucre dans le foie; je n'en ai trouvé chez aucun des poulpes que j'ai examinés; il est probable que le glucose ne se trouve chez ces animaux, comme chez beaucoup d'Invertébrés, qu'à certaines périodes de leur existence.

» *Action sur les matières grasses* (15 septembre; température 20 degrés). — Un poulpe étant préparé comme précédemment, on introduit une canule dans un des canaux excréteurs du foie. On laisse tomber dans un tube six gouttes du liquide qui s'écoule. On y ajoute une gouttelette d'huile d'olive et le tube est fortement agité. Le mélange s'effectue, mais sans prendre l'aspect blanc crémeux des émulsions franches. Quatre minutes après, l'huile est revenue presque tout entière à la surface, le liquide est transparent. Le tube est mis de côté; le lendemain et le surlendemain on l'agite de la même manière; la teinture de tournesol n'indique pas d'augmentation dans l'acidité primitive des deux liquides.

» Il résulte de cette expérience que le produit de sécrétion du foie n'émulsionne pas les corps gras et ne les acidifie pas.

» Ces recherches établissent donc d'une manière positive que la glande appelée *foie* chez les Céphalopodes ne présente pas d'analogies fonctionnelles avec le foie des Vertébrés. C'est une glande digestive, destinée à transformer uniquement les matières albuminoïdes dont ces animaux font leur aliment habituel, et sans action sur les matières grasses et amylacées. J'avais déjà signalé le même fait il y a quelques années, pour le *Carcinus mœnas* et l'*Astacus fluviatilis*, et, depuis, M. Plateau est arrivé aux mêmes résultats dans ses belles recherches sur les Arachnides et les Myriapodes, de sorte qu'on peut établir aujourd'hui avec certitude que le foie des Vertébrés supérieurs ne possède pas de représentant chez les Invertébrés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur une pluie de séve.* Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait.)

« J'ai déjà eu l'honneur, dans une double Communication, de porter à la connaissance de l'Académie les résultats de mes observations sur l'émission, par jets successifs et pressés, de la séve aqueuse de la *Colocasia esculenta* (Schott).

» Cette émission, comme on le sait, a lieu par les larges stomates, au nombre de 1-2, situés au bas de l'acumen des feuilles en préfoliation. Lorsque ce phénomène s'opère dans les circonstances les plus favorables (humidité du sol, soirées et nuits fraîches et calmes, etc.), il est facile, comme je l'ai montré, de traire, en pressant la feuille entre les doigts, une assez grande quantité de séve ([1]).

» .... Le 22 août dernier, à quatre heures du soir, par un temps calme, une température à l'ombre de 24 degrés et un ciel pur, je fus frappé des évolutions des moucherons sous les branches étalées de deux Sapinettes, variété d'*Abies excelsa*. A l'entour de quelques Ifs (*Taxus baccata*), sous un Tilleul (*Tilia platyphyllos*) et deux pieds très-vieux d'*Althœa frutex*, et quelques autres essences, je remarquais de semblables tourbillons d'insectes, mais moins nombreux; sous d'autres arbres enfin, il n'y avait aucun moucheron.

» J'aperçus alors, tombant sous forme de pluie fine, une immense quan-

([1]) *Comptes rendus*, 1865, 2e semestre, page 683, et 1867, 1er semestre, page 979.

tité de gouttelettes très-limpides, qui, traversant les rayons du soleil tamisés par les branches feuillues des Sapinettes, devenaient visibles.

» Je rendis plusieurs personnes témoins de ce phénomène, et la même observation put être répétée pendant quinze jours, à toute heure de la journée, souvent bien avant dans la nuit, à la lumière d'une lampe.

Si, par les journées chaudes, mais avec un ciel laiteux, on ne peut apercevoir la chute d'aucune gouttelette, il est facile d'en constater la réalité en étendant une étoffe de soie de couleur sombre.

» ... Voici très-succinctement les causes, selon moi, les plus prochaines de cette transsudation végétale. A la fin de l'été et au commencement de l'automne, la végétation suspend de plus en plus ses effets, les tissus sont cuticularisés, et, par suite, la transpiration diminue ; mais la séve continue à monter dans les faisceaux vasculaires, et, n'étant plus utilisée par le travail d'assimilation, son excès se déverse au dehors par les ouvertures stomatiques et les canalicules, si particuliers aux cellules et aux fibres vasculaires des conifères.

» Cette séve aqueuse est presque insipide, peut-être légèrement purgative, incolore ; mais elle prend, après quelques jours, une teinte très-légèrement ambrée. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *P. Gervais*, Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie.

Cette triste nouvelle vient d'être transmise à l'Académie pendant la séance. M. le Président se fait l'interprète des sentiments de profonds regrets de ses confrères.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1878.

(suite.)

De l'avortement au point de vue médico-légal; par T. Gallard. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon. Médecine et Chirurgie, 1879.)

Discours prononcé aux funérailles de M. Ernest Quetelet; par M. Ed. Mailly. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1878; opuscule in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. X, Indici degli articoli e dei nomi; t. XI, ottobre 1878. Roma, 1877-1878; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei, compilati dal segretario, anno XXXI, sessione 11ª del 17 febbraio 1878. Roma, 1878; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 février 1879.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce, Direction de l'Agriculture. Commission supérieure du Phylloxera, session de 1878, *Compte rendu et pièces annexes.* Paris, Impr. nationale, 1879, gr. in-8° avec une Carte.

Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1879. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-18.

La vigne et son phylloxère. Exposé de la vérité sur la maladie de la vigne; par N. Basset. Paris, A. Lemoine, 1879; br. in-8°.

Prairies artificielles. Des causes de diminution de leur produit et de leur durée; par J. Isidore Pierre. Caen, impr. Le Blanc-Hardel, 1879; in-8°.

Morphologie du cerveau pour l'étude des localisations des centres excito-moteurs des hémisphères et de l'opération du trépan; par le Dr E. Gavoy. Alger, typogr. Aillaud, sans date; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879).

École nationale d'Agriculture de Montpellier. Laboratoire d'Agriculture et de Viticulture. Rapport à M. le directeur de l'École d'Agriculture de Montpellier sur les expériences de Viticulture entreprises par M. Foex. Montpellier, C. Coulet, 1879; in-4°.

Note sur les planètes intra-mercurielles Vulcain et Pluton; par José J. Landerer. Barcelone, impr. de la Libreria religiosa, 1878; opuscule in-4°.

Généralités sur les eaux minérales; par le Dr F. Garrigou. Paris, impr. Duval, 1879; br. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, nos 24 à 37, 24 janvier-6 février 1879. Paris, 14 livr.; in-4° autogr.

Medico-chirurgical Transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; volume the s v-first. London, 1878; in-8° relié.

New and original theories of the gr physical forces; by H. Raymond Rogers. Sans lieu ni date, 1878; in-8°.

The proceedings of the linnean Society of New South Wales; vol. II, Part the fourth; vol. III, Part the first. Sydney, 1878; 2 livr. in-8°.

Proceedings of the royal geographical Society and monthly record of Geography; vol. I, n° 2. London, 1879; in-8°.

Report of the meteorological council to the royal Society for the period of ten months, ending 31st *of march* 1878. London, 1878; in-8°.

Proceedings of the royal irish Academy; vol. III, ser. II, n° 2. Dublin, 1878; in-8°.

The Transactions of the royal irish Academy; vol. XXVI, Science, october 1878. Dublin, 1878; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVI, 1878-1879; serie terza; transunti, vol. III, fasc. 1°, dicembre 1878. Roma, Salviucci, 1879; in-4°.

Acta de la sesion publica inaugural que la Academia y laboratorio de Ciencias medicas de Cataluna celebrô en 30 *noviembre de* 1878. Barcelona, 1879; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 février 1879.)

Page 216, ligne 16, *au lieu de* 10 mars 1853, *lisez* 10 mai 1753.

DATES.	BAROMÈTRE À MIDI réduit à zéro (alt. 77m,5.)	TEMPÉRATURE DE L'AIR sous l'ancien abri. Minimum.	Maximum.	Moyenne.	Moyenne vraie (nouvel abri).	TEMPÉRAT. DU SOL SANS ABRI à la surface. Minimum.	Maximum.	Moyenne.	à la profondeur de 0m,30 (à midi).	ACTINOMÈTRE.	PSYCHROMÈTRE Tension moyenne de la vapeur.	Degré hygrométrique moyen.	UDOMÈTRE.	ÉVAPORATION DE L'EAU.	Variation du poids de la terre à l'air sans abri.	POUR 100mc D'AIR. Ozone en milligrammes.	Acide carbonique en litres.	Azote ammoniacal en milligr.	Azote organique en milligr.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
	mm	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm		mm	mm		mg	l	mg	mg
1	755,5	7,9	12,6	10,3	10,0	7,5	11,5	9,5	6,6	2,8	8,3	89	4,9	2,0	.	0,1	35,4	1,7	0,3
2	756,3	3,7	5,4	4,6	5,9	3,8	5,8	4,8	7,0	5,2	5,4	80	2,4	2,0	.	0,0	35,5	1,7	0,1
3	745,5	2,3	12,3	7,3	7,8	1,2	11,8	6,5	5,8	6,8	7,7	90	2,2	1,5	.	0,3	35.3	1,6	0,2
4	747,4	non atteint.	descendante.	.	5,2	descendante.	descendante.	.	6,4	3,3	5,4	87	3,4	1,2	.	0,3	35,7	1,8	0,1
5	760,3	− 0,2	5,7	2,8	1,6	− 1,2	7,0	2,9	5,2	19,2	4,4	85	0,0	0,8	.	0,5	35,5	1,9	0,3
6	761,6	− 3,7	2,8	− 0,5	− 0,5	− 5,0	3,6	− 0,7	3,9	10,5	4,1	97	0,0	Observations interrompues pendant les gelées.	.	0,1	35,7	2,1	0,2
7	756,7	− 2,1	1,7	− 0,2	0,0	− 3,8	2,1	− 0,9	3,0	7,4	3,7	80	.		.	0,6	35,4	.	0,2
8	738,5	− 1,7	0,7	− 0,5	− 1,2	− 1,6	0,7	− 0,5	2,5	6,0	2,7	66	.		.	0,1	35,6	1,6	0,1
9	752,0	− 6,1	− 0,9	− 3,5	− 3,6	− 6,2	− 0,4	− 3,3	2,1	20,6	2,4	69	.		.	0,8	35,4	2,8	0,0
10	745,2	− 8,4	− 3,5	− 6,0	− 5,4	− 9,9	− 2,0	− 6,0	1,7	10,5	2,1	71	0,0		.	0,4	35,4	1,8	0,0
11	741,7	− 6,5	− 2,6	− 4,6	− 4,5	− 6,6	− 2,6	− 4,6	1,3	2,6	3,1	93	5,7		.	0,3	35,6	2,0	0,1
12	759,5	− 8,6	0,1	− 4,3	− 4,7	− 9,7	2,2	− 3,8	1,1	15,5	2,8	86	0,9		.	0,1	35,5	2,1	0,3
13	763,7	− 7,7	1,6	− 3,1	− 1,3	−10,7	1,2	− 4,8	1,0	7,7	4,3	95	0,3		.	0,3	36,1	2,0	0,2
14	759,3	0,6	3,6	2,1	2,1	0,8	3,8	2,3	0,9	8,8	5,5	99	0,6		.	1,6	35,7	1,6	0,2
15	754,5	1,8	8,9	5,4	4,6	1,7	8,9	5,3	0,9	22,7	5,3	84	2,0		.	1,1	35,8	1,5	0,0
16	752,7	− 0,5	5,7	2,6	2,5	− 1,8	5,3	1,8	0,9	5,5	5,3	97	0,1		.	1,1	35,9	1,8	0,1
17	761,2	− 0,7	2,0	0,7	0,5	− 0,2	1,2	0,5	1,0	1,2	4,3	93	.		.	1,4	35,8	2,2	0,2
18	756,1	− 1,0	3,4	1,2	0,5	− 1,0	2,4	0,7	1,2	2,3	4,5	95	12,1		.	Interruption produite par manque d'eau.	Id.	Id	Id.
19	761,0	− 3,2	0,5	− 1,4	− 0,1	− 2,9	1,4	− 0,8	1,2	22,6	3,3	77	.		.				
20	760,3	− 5,9	0,3	− 2,8	− 3,6	− 6,8	1,3	− 2,8	1,2	27,0	2,8	86	.		.				
21	751,0	− 6,9	− 4,1	− 5,5	− 5,4	− 6,9	− 3,6	− 5,3	1,2	4,6	2,6	85	.		.				
22	750,4	− 6,6	− 2,8	− 4,7	− 4,7	− 6,7	− 2,3	− 4,5	1,0	4,6	2,8	85	8,1		.				
23	751,2	− 4,9	− 3,8	− 4,4	− 4,6	− 4,6	− 2,9	− 3,8	0,8	6,8	2,8	87	14,4		.				
24	751,6	− 5,3	non atteint.	− 2,0	− 3,6	− 4,2	− 0,6	− 2,4	0,8	10,1	3,1	36	1,0		.				
25	753,8	ascendante.	1,3		− 0,9	− 2,9	2,2	− 0,4	0,7	4,9	4,3	92	0,0	.	.				
26	757,3	0,0	1,6	0,8	0,5	0,0	2,9	1,5	0,7	6,2	4,8	99	0,0	.	.				
27	762,2	− 0,3	3,1	1,4	1,0	− 0,8	4,5	1,9	0,7	14,0	4,5	92	0,0	.	.				
28	760,8	− 0,3	1,8	0,8	0,7	0,0	2,0	1,0	0,7	3,4	4,1	84	0,0	.	.				
29	758,9	− 0,1	2,1	1,0	0,8	0,1	2,2	1,2	0,7	6,1	4,3	88	0,0	.	.				
30	760,7	− 0,4	1,0	0,3	0,4	0,0	1,4	0,7	0,7	2,9	4,4	95	0,0	.	.	0,6	35,7	.	.
31	760,7	− 0,8	0,9	0,1	− 0,3	− 0,5	0,5	0,0	0,8	1,3	4,0	90	0,0	.	.	0,4	34,9	.	.
1re déc.	751,9	− 0,9	4,1	1,6	1,9	− 1,7	4,5	1,4	4,4	9,2	4,6	81	13,0	.	.	0,3	35,5	1,9	0,2
2e déc.	757,0	− 3,2	2,4	− 0,4	− 0,4	− 3,7	2,5	− 0,6	1,1	11,6	4,1	90	21,7	.	.	.	.	.	.
3e déc.	756,2	− 2,6	0,2	− 1,3	− 1,5	− 2,4	0,6	− 0,9	0,8	5,9	3,8	89	23,5	.	.	.	.	.	.
Mois..	755,1	− 2,2	2,1	− 0,1	0,0	− 2,6	2,4	− 0,1	2,1	8,8	4,2	87	58,2	.	.	.	.	.	.

DATES.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	MAGNÉTOMÈTRES. Déclinaison moyenne.	Composante horizontale moyenne.	Composante verticale moyenne.	ANÉMOGRAPHES. Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure.	Direction dominante.	Force maxima en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES. (k désigne les cirrus.)	NÉBULOSITÉ (0 à 10) durant le jour.
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
	Dl	° ′			km		kg		
1	18	16.56,0	1,9324	4,2276	28,1	SW	36,8	SW	10
2	138	55,8	9332	2277	24,4	SW à NW	31,4	NNW	9
3	16	57,2	9334	2294	32,4	SSW	43,8	SW	10
4	82	55,7	9335	2299	18,6	WSW à N	11,0	W	8
5	125	56,7	9334	2287	9,6	W à SSE	3,2	WNW à S	4
6	80	56,0	9338	2280	4,4	Variable.	0,9	.	7
7	111	56,7	9334	2287	14,2	ESE	9,2	NW	10
8	195	56,2	9337	2294	39,5	E¼NE	31,4	W k	8
9	173	57,3	9332	2257	29,6	NE	20,7	NNE	3
10	102	56,0	9333	2259	12,1	E	3,2	Variable.	6
11	87	57,1	9332	2260	10,2	E à N puis NW	4,1	.	10
12	97	57,2	9340	2269	10,7	Variable.	4,1	.	5
13	32	58,1	9343	2276	17,4	SSW	12,0	W	10
14	33	57,5	9342	2266	13,9	SSE	9,2	.	10
15	129	58,8	9345	2260	24,3	SSW	14,7	W k	4
16	58	56,4	9337	2258	11,9	SE à NE	5,5	.	10
17	19	55,4	9334	2261	13,1	NNE à SE	7,3	.	10
18	38	55,9	9336	2273	15,0	SSE	6,8	.	10
19	178	57,3	9341	2264	16,9	NNE	6,8	.	2
20	134	56,2	9323	2264	12,4	E	4,3	.	2
21	201	55,4	9323	2254	13,7	ENE	4,9	WNW k	8
22	151	56,2	9326	2250	(20,9)	NNE	9,2	.	10
23	59	56,3	9327	2255	22,7	NNE	8,5	.	10
24	(35)	(55,3)	(9328)	(2268)	(15,6)	NNE	6,8	.	10
25	60	57,6	9331	2271	(10,5)	N	6,8	.	10
26	95	56,6	9337	2281	11,5	NNE	3,2	.	10
27	45	56,3	9334	2261	(12,9)	NNE	4,9	NE	10
28	14	55,7	9330	2269	13,0	NE	2,8	.	10
29	34	56,1	9329	2267	(14,4)	ENE	4,1	.	10
30	8	55,3	9331	2281	9,3	ENE	2,0	.	10
31	37	55,2	9335	2277	8,0	ENE	2,2	.	10
1re déc.	104	16.56,4	1,9333	4,2280	21,3	.	.	.	8
2e déc.	80	57,0	9337	2265	14,6	.	.	.	7
3e déc.	67	56,0	9330	2267	13,8	.	.	.	10
Mois..	84	16.56,4	1,9333	4,2270	16,5	.	.	.	8

REMARQUES.

Du 1 au 5, suite des bourrasques ayant commencé le 29 déc., donnant lieu aux oscillations barométriques suivantes : de 756,4 le 1 à 10 h. 45 m. à 742,7 le 2 à 5 h. 25 m., remontant le même jour à 760,7 vers 17 h. 25 m. et redescendu le lendemain 3 à 745,1 vers 14 h. 35 m.

Les quatre premières journées très-pluvieuses, surtout le 1er de 15 à 19 h. 30 m., le 2 de 2 h. 45 m. à 7 h. 30 m., le 3 de 3 h. 30 m. à 6 h. 15 m. et le 4 de 5 h. 30 m. à midi.

Les froids reprennent dès le 5 et se soutiennent jusqu'au 13, et, dans cet intervalle, le baromètre oscille de 762,1 le 6 à 738,0 le 8 à 13 h. 40 m., puis de 752,6 le 9 à 14 h. 55 m. à 741,6 le 11 à 9 h. 45 m., suivi d'une ascension rapide jusqu'à 765,4 gardé du 12 à 23 h. 40 m. au 13 à 2 h. 35 m.

Ciel obscurci du 6 au 9 par des brumes élevées ou cirro-stratus épais que le Soleil ou la Lune percent de temps en temps avec halos. Le temps se met à la neige; il en est tombé, mêlée de verglas, durant la journée du 11 et la nuit suivante. — Pluies faibles intermittentes à la suite jusqu'au 16, mais principalement de 22 h. 30 m. le 14 à 3 h. 15 m. le lendemain 15.

Dégel les 14 et 15 avec bourrasque et minimum barométrique ce jour à 750,3 vers 3 h. 55 m. La pression, relevée le même jour à 756,9 vers 23 h. 30 m., est redescendue le 16, vers 16 h. 15 m., à 750,7. Nouvelle oscillation de 762,6 le 17 à 19 h. 40 m. à 751,0 le 18 vers 18 h. 45 m. et retour à 762,5 le 20 à 1 h. 50 m.

Ciel uniformément couvert et très-sombre le 17 et fortes averses de neige le 18, suivies d'un peu de pluie le soir avec faux dégel. — Froid assez vif jusqu'au 25 par bonne brise du N.-E. et chute de neige considérable à deux reprises les 23 et 24. Le sol en était recouvert jusqu'à la hauteur de 15 centimètres, et la fusion de cette neige a donné de 22 à 24 litres pour la récolte d'un mètre carré. Il s'est produit un minimum barométrique à 749,5 et durable du 22 à 17 h. 40 m. au 23 à 5 h. 10 m.

La dernière oscillation barométrique du mois s'est effectuée de 763,2 le 27 à 19 h. 50 m. à 758,6 le 29 à 13 h. 20 m. et retour à 761,4 dans la nuit du 30 au 31.

Ciel presque toujours couvert durant les dix derniers jours avec petites bruines ou rares gouttes de pluie intermittentes. — Brouillard un peu dense les 25 et 26, et légers flocons de neige dans la matinée du 31.

Grésil, neige et verglas du 22 au 23.

NOTA. — L'azote organique est déduit du poids d'ammoniaque produit en distillant l'eau du barboteur avec le permanganate de potasse alcalin, déduction faite de l'ammoniaque contenue dans cette eau avant le traitement par le permanganate.

Moyennes horaires du mois de janvier 1879.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol sans abri.	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Hygromètre d'absorption	Pluie ou neige.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique en éléments Daniell.	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.	Composante verticale.
h.	mm	o	o	d	mm			mm		km	Dll	o ′		
Mat. 1	»	−0,29	»	»	»	»	»	»	»	16,33	»	16.56,0	»	»
2	»	−0,36	»	»	»	»	»	»	»	16,98	»	57,3	»	»
3	754,76	−0,54	»	»	»	»	»	»	»	16,56	»	57,9	»	»
4	»	−0,63	»	»	»	»	»	»	»	17,40	»	57,5	»	»
5	»	−0,69	»	»	»	»	»	»	»	17,26	»	56,2	»	»
6	54,54	−0,74	−0,80	0,00	4,18	90,5	»	11,37	»	17,14	73,4	54,7	1,9334	4,2269
7	»	−0,71	»	»	»	»	»	»	»	16,05	»	53,7	»	»
8	»	−0,69	»	»	»	»	»	»	»	17,06	»	53,8	»	»
9	55,03	−0,69	−0,41	7,25	4,02	88,3	»	3,04	»	17,79	81,0	55,1	1,9331	4,2267
10	»	−0,20	»	»	»	»	»	»	»	17,64	»	57,1	»	»
11	»	0,22	»	»	»	»	»	»	»	17,53	»	58,9	»	»
Midi.	55,08	0,71	1,91	25,92	4,16	83,5	»	5,09	»	17,38	91,4	59,9	1,9329	4,2265
Soir. 1	»	1,05	»	»	»	»	»	»	»	17,25	»	59,9	»	»
2	»	1,19	»	»	»	»	»	»	»	16,85	»	59,0	»	»
3	54,82	1,14	1,16	10,92	4,18	82,3	»	9,86	»	15,16	79,4	57,9	1,9339	4,2273
4	»	0,82	»	»	»	»	»	»	»	15,36	»	57,0	»	»
5	»	0,49	»	»	»	»	»	»	»	15,57	»	56,6	»	»
6	55,00	0,30	−0,15	0,00	4,20	86,0	»	15,38	»	16,04	109,5	56,4	1,9336	4,2273
7	»	0,12	»	»	»	»	»	»	»	15,55	»	56,2	»	»
8	»	−0,04	»	»	»	»	»	»	»	15,08	»	55,6	»	»
9	55,09	−0,04	−0,23	»	4,15	86,9	»	9,35	»	15,23	90,2	54,8	1,9334	4,2271
10	»	−0,15	»	»	»	»	»	»	»	16,47	»	54,2	»	»
11	»	−0,32	»	»	»	»	»	»	»	16,20	»	54,1	»	»
Minuit.	55,03	−0,53	−0,87	»	4,06	88,6	»	4,08	»	15,79	62,3	54,8	1,9333	4,2270
Total.	»	»	»	»	»	»	»	58,17	»	»	»	»	»	»
Moy...	754,92	−0,02	0,02	8,82	4,15	87,2	»	»	»	16,48	84,2	16.56,4	1,9333	4,2270

Remarques.

Pages 94 et 95. Colonnes :

(2) (3) (4) (6) (7) (8) Valeurs extrêmes et leurs demi-sommes rapportées à l'oscillation complète la plus voisine de la période diurne civile indiquée.

(5) (13) (24) Résultats fournis par les appareils enregistreurs et déduits des 24 données horaires.

(10) Moyenne des 5 observations de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(11) (12) (20) (21) (22) (23) Moyenne des 4 observations sexhoraires.

(26) Pression déduite de la vitesse maximum calculée d'après l'intervalle de temps le plus court employé par le vent pour parcourir cinq kilomètres.

Pour l'électricité atmosphérique, la tension s'exprime en éléments Daniell et sans correction locale.

Pour le magnétisme, l'intensité de la force est mesurée dans le parc, et les valeurs en direction s'obtiennent à l'extérieur, sur la fortification.

Inclinaison moyenne de ce mois. 65°.31′,8.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *L. Lalanne* à la place d'Académicien libre, en remplacement de feu M. *Bienayme*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. L. **Lalanne** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy) *et à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1878. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(56) Melete.			
Oct. 15	10ʰ.16ᵐ.18ˢ	23ʰ.53ᵐ.30ˢ,18		89°.18′.27″,6		Paris.
17	10. 7.32	23.52.35,44		89.34. 1,2		Paris.

Dates. 1878.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
				(24) Thémis.			
		h m s	h m s		° ′ ″		
Oct.	15	10.19.32	23.56.44,27		90.57.41,2		Paris.
	17	10.10.30	23.55.33,68		91. 4.38,5		Paris.
				(78) Diane.			
Oct.	15	11. 7. 5	0.44.25,75		74.32.27,9		Paris.
	17	10.57.18	0.42.29,99		74.40.24,3		Paris.
				(59) Elpis.			
Oct.	15	11.59.12	1.36.41,12	+ 0,63 (1) s	88.27.40,8	— 1,6 (1) ″	Paris.
	17	11.49.49	1.35. 9,59	+ 0,79	88.44. 6,2	— 1,0	Paris.
	22	11.26.22	1.31.21,69	+ 0,94			Paris.
	23	11.21.42	1.30.36,70	+ 0,80	89.30.33,8	— 1,7	Paris.
Nov.	2	10.44.47	1.23.41,30	+ 0,76	90.34.58,1	— 2,0	Greenwich.
				(1) Cérès.			
Oct.	25	12.25.53	2.33.31,20	+ 7,20 (2)	87.11.44,4	— 59,4 (2)	Greenwich.
	26	12.21. 4	2.32.37,47	+ 7,28	87.14. 4,3	— 61,6	Greenwich.
	29	12. 6.33	2.29.54,36	+ 7,27	87.20.38,3	— 62,0	Greenwich.
Nov.	2	11.47.11	2.26.15,24	+ 7,20	87.27.59,3	— 63,1	Greenwich.
	4	11.37.30	2.24.26,07	+ 7,17	87.31. 2,0	— 61,3	Greenwich.
	16	10.30.41	2.14. 5,46	+ 7,02	87.38.20,7	— 60,5	Paris.
	19	10.16.34	2.11.45,84	+ 6,90	87.37. 2,1	— 58,8	Paris.
	29	9.40. 0	2. 5.10,16	+ 6,59	87.22.44,2	— 59,2	Greenwich.
				(11) Parthénope.			
Oct.	29	12.36.17	2.59.43,08	+ 5,72 (3)	81. 4. 9,3	— 24,5 (3)	Greenwich.
Nov.	2	12.16.43	2.55.52,08	+ 5,76	81.21. 2,4	— 25,7	Greenwich.
	7	11.52.12	2.50.59,35	+ 5,55	81.40.36,0	— 23,9	Greenwich.
	16	10.59. 2	2.42.31,15	+ 5,54	82. 9.15,3	— 27,0	Paris.
	19	10.44.38	2.39.53,70	+ 5,34	82.16.32,1	— 27,0	Paris.
				(109) Félicitas.			
Nov.	2	12.36.41	3.15.53,50	—11,09 (4)	60.18.35,2	+ 38,5 (4)	Greenwich.
	16	11.18.40	3. 2.11,98	—11,43	59.45.37,7	+ 43,7	Paris.
	19	11. 3.59	2.59.17,81	—11,36	59 44.18,6	+ 41,8	Paris.

(1) Comparaison avec la Circulaire n° 99 du *Berliner Jahrbuch*.
(2) Comparaison avec le *Nautical Almanac*.
(3) Comparaison avec le n° 2216 des *Astronomische Nachrichten*.
(4) Comparaison avec le *Berliner Jahrbuch*.

Dates 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(6) Hébé.			
Nov. 2	13h 0m 3s	3h 39m 19s,55	+ 6s,76 (1)	99° 49′ 38″,0	— 36″,2 (1)	Greenwich.
16	11.43.20	3.26.56,19	+ 6,59	100.27. 5,1	— 31,2	Paris.
19	11.28.52	3.24.15,47	+ 6,42	100.24.37,1	— 30,1	Paris.
29	10.50.47	3.16. 8,77	+ 6,01	99.49.26,9	— 29,7	Greenwich.
			(95) Aréthuse.			
Déc. 19	11.41.38	5.35.20,41	+ 1,55 (2)	73.59.30,7	+ 3,2 (2)	Paris.
20	11.36.49	5.34.26,46	+ 1,45			Paris.

» Les observations ont été faites à Paris par M. Périgaud. »

MÉCANIQUE. — *De la détermination du coefficient d'élasticité des différents corps et de leur limite d'élasticité.* Note de M. **Phillips**.

« J'ai indiqué, il y a plusieurs années (3), une nouvelle méthode, fondée sur la théorie du spiral réglant des chronomètres, pour la détermination du coefficient d'élasticité des corps et pour celle de la limite de leurs déformations permanentes. Cette méthode, d'un emploi commode et susceptible d'une grande précision, s'applique à tout corps homogène, isotrope et pouvant s'étirer en fil. En voici le résumé :

» On faconne, avec un fil de la substance et suivant des dimensions de grandeur suffisante, un spiral analogue à un spiral de chronomètre et muni de courbes terminales théoriques, et on l'adapte à un balancier.

» *Détermination du coefficient d'élasticité.* — On a, d'après la théorie du spiral réglant,

$$T = \pi \sqrt{\frac{AL}{M}}, \tag{1}$$

formule dans laquelle

T est la durée d'une oscillation simple;
A le moment d'inertie du balancier;
L la longueur développée du spiral;
M le moment d'élasticité de sa section transversale.

(1) Comparaison avec la Circulaire n° 101 du *Berliner Jahrbuch.*
(2) Comparaison avec le n° 2218 des *Astronomische Nachrichten.*
(3) *Annales des Mines*, t. XV, 1869.

» Cette section étant supposée circulaire, on a

$$(2) \qquad M = \frac{E\pi d^4}{64},$$

E étant le coefficient d'élasticité du spiral et d le diamètre de sa section transversale.

» En conséquence, on tire de la relation (1)

$$(3) \qquad E = \frac{64\pi AL}{d^4 T^2},$$

formule qui donne le coefficient d'élasticité E lorsque toutes les quantités entrant dans son second membre ont été déterminées par l'expérience.

» *Détermination de la limite d'élasticité.* — On a, d'après la théorie du spiral,

$$(4) \qquad i = \frac{e\alpha}{2L},$$

où

e est l'épaisseur ou le diamètre d de la section transversale du fil;
L sa longueur développée;
α l'angle en arc d'écartement du balancier, alors qu'il ne revient plus exactement à sa position d'équilibre;
i l'allongement proportionnel correspondant de la matière du fil.

» La formule (4) fait connaître i quand toutes les quantités entrant dans son second membre ont été déterminées par l'expérience.

» Ce qui précède formait l'objet de ma Note citée ci-dessus (*Annales des Mines*, t. XV, 1869), et j'en avais fait l'application à un assez grand nombre de corps.

» L'objet de la présente Note est de proposer, pour la détermination du coefficient d'élasticité, une autre méthode, fondée aussi sur la théorie du spiral réglant, et qui offre l'avantage de supprimer l'influence due à l'inertie du spiral. Quand celui-ci est de très-grandes dimensions, ce qui est le cas ordinaire dans ces expériences, et que le métal est très-dense, cette inertie, qui n'altère que d'une manière tout à fait insensible l'isochronisme, peut influer d'une manière notable sur la durée même des oscillations et, par suite, sur la valeur, déduite de l'équation (1), du coefficient d'élasticité.

» Voici, succinctement, en quoi consiste la nouvelle méthode proposée, laquelle s'applique à l'équilibre du système formé par le spiral et le balancier.

» Au moyen d'un fil enroulé sur le balancier et tiré par un poids au moyen d'une poulie de renvoi très-légère, on place le système dans une position d'équilibre pour laquelle la limite d'élasticité du spiral ne soit pas atteinte. On a, d'après la théorie du spiral,

$$G = \frac{M\alpha}{L}, \tag{5}$$

formule dans laquelle

G est le moment de la force agissant sur le balancier;
α l'angle d'écartement en arc de celui-ci;
M le moment d'élasticité du fil;
L la longueur développée de celui-ci.

» La section du fil étant supposée circulaire et de diamètre d, on tire de l'équation (5)

$$E = \frac{64\,GL}{\pi\alpha d^4}. \tag{6}$$

» J'ai appliqué cette méthode à la détermination du coefficient d'élasticité d'un nouvel alliage de platine et d'iridium, obtenu par notre confrère M. Sainte-Claire Deville, et contenant 0,20 d'iridium.

» On avait, dans cette expérience,

$$\alpha = \frac{\pi}{2},$$
$$d = 0^{m},00104,$$
$$L = 1^{m},497.$$

» La force agissant sur le balancier était égale à $0^{kg},03365$ et le rayon de celui-ci était de $0^{m},0415$, d'où résulte

$$G = 0,03365 \times 0,0415.$$

» En conséquence, la formule (6) a donné, pour le coefficient d'élasticité de cet alliage de platine et d'iridium,

$$E = 23\,170\,000\,000.$$

» J'ai déterminé aussi la limite d'élasticité de cet alliage au moyen de la

formule (4), qui m'a donné

$$i = 0,0007246,$$

ce qui correspond à un effort de $16^{kg},789$ par millimètre carré.

» Ces expériences ont été faites avec le concours de M. Rozé, répétiteur d'Astronomie à l'École Polytechnique.

» Je terminerai cette Note par quelques détails intéressants que je dois à l'obligeance de M. Sainte-Claire Deville.

» Le nouvel alliage a été fondu et coulé par M. Matthey, de Londres.

» Sa densité est 21,6139 à zéro.

» Sa composition exacte est :

Platine	80,660
Iridium	19,079
Rhodium	0,122
Fer	0,098
Ruthénium	0,046
	100,005

» Il est malléable et ductile au point que M. Sainte-Claire Deville en possède un fil n'ayant que quelques centièmes de millimètre de diamètre et à peine visible. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les poissons électriques ; caractères de la décharge du Gymnote ; effets d'une décharge de Torpille, lancée dans un téléphone.* Note de M. **E.-J. Marey.**

« Les physiologistes avaient été frappés de certaines analogies que présentent entre eux un muscle et l'appareil d'un poisson électrique. Ces deux sortes d'organes, en effet, soumis tous deux à la volonté, pourvus de nerfs à action centrifuge, ont en outre une composition chimique très-analogue et présentent dans leur structure quelques traits de ressemblance.

» Mais ces vues, émises avant que les physiciens eussent formulé la théorie de la corrélation des forces, étaient nécessairement très-vagues. On peut mieux concevoir aujourd'hui que, dans l'organisme vivant comme dans nos appareils de Physique, des conditions très-analogues produisent : ici du travail mécanique, là de l'électricité.

» L'expérience devait montrer si réellement ces analogies existent dans

le fonctionnement intime du muscle et de l'appareil des poissons électriques.

» Après avoir montré que les actes musculaires sont complexes, c'est-à-dire qu'un muscle en tétanos ou en contraction exécute une série de petits mouvements successifs, que j'appelle *secousses*, qui s'ajoutent et se fusionnent pour produire le raccourcissement musculaire, j'explorai la décharge de la Torpille pour y chercher aussi cette complexité. Faisant passer cette décharge à travers un appareil électromagnétique inscripteur, j'obtins le résultat que j'espérais : je vis que cette décharge est complexe, formée de *flux électriques* multiples, dont la fréquence est d'environ 150 par seconde.

» Essayant ensuite sur l'appareil électrique et sur le muscle l'influence de certains agents, je constatai que de part et d'autre les résultats étaient les mêmes. Le froid, par exemple, ralentit la fréquence des secousses du tétanos musculaire et à certain degré les éteint; une Torpille plongée dans de l'eau qu'on refroidit graduellement donne des décharges dont les flux sont de moins en moins fréquents et qui finissent par s'éteindre. La chaleur produit les effets inverses. Enfin certains poisons agissent de part et d'autre d'une manière analogue.

» Les fonctions électrique et musculaire semblent donc réellement homologues entre elles et destinées à s'éclairer l'une par l'autre au grand profit de la Physiologie.

» Mais, avant d'édifier une théorie aussi générale, il convenait de savoir si la multiplicité des *flux* électriques s'observe chez toutes les espèces de poissons qui donnent des décharges, de même que la multiplicité des secousses existe dans les muscles des divers animaux.

» L'appareil électrique des Raies, celui du Silure du Nil, celui du Gymnote des bords de l'Amazone doivent être explorés à cet égard.

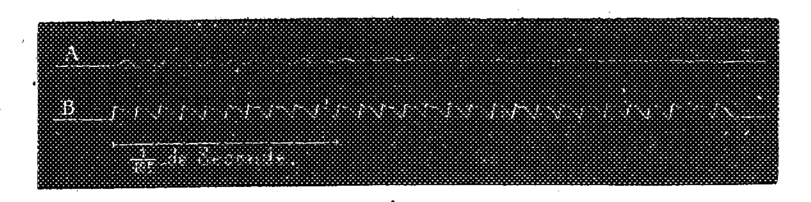
» Comme le Gymnote passe pour donner les décharges les plus fortes, je désirais vivement me procurer un de ces animaux; Faraday avait déjà réussi à en faire venir un en Angleterre.

» Après d'infructueux essais, je parvins enfin à me procurer un de ces animaux vivant.

» Le Gymnote était blessé et affaibli quand je le reçus; aussi me hâtai-je de faire sur lui quelques expériences. L'animal fut placé dans un grand bac rempli d'eau, puis on attacha deux plaques métalliques aux extrémités du fil d'un signal électromagnétique. Ces plaques, pressées contre le flanc du poisson, recueillirent les décharges, et j'eus la satisfaction de constater

qu'elles étaient très-sensiblement pareilles à celles que donne la Torpille. On en jugera par la comparaison des deux tracés ci-joints : A est la décharge du Gymnote, B celle de la Torpille.

» Cherchant ensuite si les influences de la température agissent sur le Gymnote comme sur la Torpille, je constatai que les effets sont les mêmes



de part et d'autre : à 25 degrés, le Gymnote donnait de vives décharges et avait une grande agilité musculaire; en le refroidissant, j'obtenais des décharges à *flux* plus rares; à 16 degrés, je pouvais manier le poisson sans en recevoir de commotion.

» Une indisposition assez prolongée m'empêcha de poursuivre ces expériences; le Gymnote mourut avant que je pusse les reprendre; du moins avait-il répondu aux principales questions que je voulais résoudre.

» Les difficultés pour faire venir en France des poissons exotiques, et même l'impossibilité où je me suis trouvé cet été de me procurer, sur les côtes de Normandie, une Raie vivante, m'ont fait chercher un autre moyen d'analyser la décharge des poissons électriques. Le téléphone m'a semblé se prêter fort bien à cette analyse, puisqu'il rend un son quand il est traversé par des courants successifs de fréquence suffisante.

» M. G. Pouchet travaillait alors à l'aquarium de Concarneau; je lui envoyai un téléphone avec les instructions nécessaires, et je reçus presque immédiatement la nouvelle que la décharge de la Torpille donne lieu à un son perceptible à distance, mais dont la tonalité est difficile à déterminer.

» Tout récemment j'eus l'occasion d'expérimenter moi-même sur une Torpille et constatai que des excitations légères de l'animal provoquent un *coassement* assez bref, chacune des petites décharges provoquées ne se composant que d'une dizaine de *flux* et ne durant guère que $\frac{1}{15}$ de seconde. Mais, si l'on provoque une décharge prolongée en piquant le lobe électrique du cerveau, le son qui se produit dure trois à quatre secondes et consiste en une sorte de gémissement dont la tonalité est voisine de mi_1 (165 vibrations), ce qui s'accorde sensiblement avec le résultat des expériences graphiques. Ce son augmente un peu en intensité et paraît s'élever

un peu en tonalité quand, en remuant l'aiguille, on excite le lobe électrique du cerveau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le projet de mer intérieure en Algérie.* Note de M. I. FAVÉ.

« Les *observations sur le projet de la création d'une mer intérieure dans le Sahara oriental,* qui ont été insérées au *Compte rendu* de la dernière séance, insistent sur la crainte que l'exécution d'un tel projet ne compromette les palmiers-dattiers que les indigènes plantent dans l'Oued-Souf, au fond d'un cône tronqué renversé dont la profondeur est de 5 à 6 mètres.

» Comme il s'agit d'éviter que les eaux de la mer intérieure ne puissent s'étendre, par infiltration, à travers les terres jusqu'à l'intérieur de ces cavités, la confiance que la pratique des nivellements peut inspirer se trouve ici en cause.

« Nous nous demandons, disent les auteurs de la Note, si les prévisions d'un travail sans précédent, et sur un sol si extraordinaire et si peu expérimenté que celui du Sahara, peuvent acquérir un degré de probabilité tel qu'il soit équivalent à la certitude. »

» Ils avaient dit un peu auparavant, après avoir signalé quelques nivellements opérés en France et en Suisse avec une rigueur exceptionnelle :

« Que ne doit-on pas craindre quand il s'agit d'un nivellement exécuté dans le pays classique du mirage, où la surface du sol est constamment altérée et déformée par la réflexion et la réfraction des rayons lumineux qui arrivent à l'œil de l'observateur? Quel est celui qui oserait affirmer que la mire qu'il vise, même dans une portée de 100 mètres, est réellement à la place où il la voit? »

» Toutes les difficultés qui sont ici signalées existent sans nul doute; mais l'art du topographe en a su triompher par ses méthodes et obtenir en outre des vérifications fréquentes qui donnent la mesure des inexactitudes. S'il en était autrement, le percement de l'isthme de Suez n'aurait pas pu être entrepris sans une insigne imprudence. Son exécution, qui s'est opérée sans aucun mécompte, a prouvé que les procédés du nivellement topographique, mis en pratique sur un sol comparable à celui du Sahara, n'en ont pas moins donné, là comme partout ailleurs, des résultats remplissant les conditions de la certitude. »

CHIMIE. — *Le didyme de la samarskite diffère-t-il de celui de la cérite?* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« M. Delafontaine pense que les trois raies bleues (482,2, 475,8 et 469,1) du didyme de la cérite ne s'observent pas avec le didyme de la samarskite, et, par suite, que ces raies appartiennent à un ou plusieurs éléments nouveaux ([1]).

» M. L. Smith ayant bien voulu mettre à ma disposition, en novembre dernier, quelques-uns des produits riches en didyme qu'il a retirés de la samarskite, j'ai d'abord constaté l'absence des trois raies bleues. J'ai fait alors deux séries de fractionnements méthodiques : 1° sur un des produits de M. Smith; 2° sur du chlorure de didyme pur donnant le spectre ordinairement attribué à ce métal.

» Il ne tarda pas à se séparer du didyme brut de la samarskite une terre dont les sels fournissent le spectre complet du didyme ordinaire. D'autre part, il fut impossible de découvrir la moindre modification de l'intensité relative des trois raies bleues dans les divers produits dérivés du chlorure de didyme pur.

» Je crois donc pouvoir conclure que le didyme de la samarskite et celui de la cérite donnent également les trois raies bleues (482,2, 475,8 et 469,1). L'échantillon examiné par M. Delafontaine a sans doute été observé préalablement à toute purification.

» Aujourd'hui même, M. Smith m'a confié d'autres produits extraits par lui de la samarskite; l'un d'eux montre les trois raies bleues avec la plus grande netteté. »

CHIMIE. — *Nouvelles raies spectrales observées dans des substances extraites de la samarskite.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« En examinant au spectroscope, tant par absorption qu'au moyen de l'étincelle électrique, les produits de mon opération sur le mélange des terres de la samarskite (riche en didyme) ([2]), j'ai observé des raies ou bandes ne se rapportant à aucun corps anciennement connu et ne répon-

([1]) *Comptes rendus*, 28 octobre 1878.

([2]) *Voir* la Note précédente.

dant pas non plus aux descriptions des spectres des terres récemment annoncées par MM. Delafontaine, L. Smith, Soret et de Marignac.

» Les nouvelles raies d'émission et celles d'absorption paraissent correspondre (au moins les principales) à un même corps, car elles suivent des variations semblables d'intensité dans la série des produits obtenus par les fractionnements.

» *Spectre d'émission.* — Il se compose surtout de quatre bandes ombrées vers la gauche, formées de raies étroites dont la plus forte est la plus réfrangible et constitue le bord droit de la bande. Les positions approximatives des bords droits des bandes sont en longueurs d'ondes.

578 environ	
566 »	Plus forte que la bande 578.
489 »	Sensiblement de même intensité que 566.
461 »	Plus forte que 489.

» *Spectre d'absorption.* — Il comprend deux fortes bandes dans le bleu et plusieurs raies de moindre importance dans le vert.

Positions approximatives.

559 environ	Raie étroite et relativement peu intense.
500 ou 501 environ.	Raie étroite ou un peu nébuleuse. Assez peu intense.
Vers 489?	Léger indice de raie faible.
De 486 à 474 environ	Large et forte bande masquant les raies 482,2 et 475,8 du didyme, lorsque ce métal existe dans la liqueur.
463 ou 464 environ	Milieu d'une bande moins large que la précédente, mais sensiblement plus intense. Cette bande tombe sur une partie de la faible bande du didyme 461,8.

» Ces deux fortes bandes bleues se voient très-facilement, soit à la lumière du gaz, soit à celle du Soleil.

» Le métal qui donne lieu à ces nouveaux spectres est précipité, à l'état de sulfate double potassique, en même temps que le didyme; son sulfate simple est un peu moins soluble que celui du didyme; son oxalate se précipite avant celui du didyme; enfin l'ammoniaque sépare d'abord l'oxyde du nouveau corps, puis l'oxyde de didyme. Toutes ces réactions demandent à être répétées un grand nombre de fois si l'on veut obtenir une séparation complète.

» Dans les sels donnant les deux fortes bandes bleues, j'ai également observé la présence de la bande violette du décipium $\lambda = 416$ (je l'ai seulement trouvée un peu moins réfrangible que 416).

» D'après la description donnée par M. Delafontaine pour le spectre du décipium, mes deux bandes bleues n'appartiennent pas à ce métal, à moins cependant d'admettre dans cette description des erreurs bien improbables.

» M. Delafontaine dit, en effet, que la principale bande bleue du Dc est intense et de $\lambda =$ à 478 environ, tandis que ma bande est située à peu près à 463 ou 464, ce qui est fort différent.

» Enfin, M. Delafontaine définit la bande placée plus près du vert « un » minimum de transmission peu net, qui paraît résulter de l'accolement » de deux bandes ombrées très-faibles ». Or, la différence d'intensité de mes deux bandes n'est pas assez grande pour qu'on puisse voir l'une intense et l'autre aussi faible que l'annonce M. Delafontaine.

» Sauf vérification ultérieure, mes deux bandes bleues d'absorption et mes quatre bandes d'émission semblent donc indiquer l'existence d'une substance encore inconnue. J'espère être prochainement en mesure de confirmer cette supposition ou de rectifier certains points de la description du spectre du décipium.

» Parmi les produits de M. L. Smith, examinés ce matin même, il s'en trouve un qui donne les nouvelles bandes bleues d'une façon très-apparente.

» En terminant, je prends la liberté de signaler à la haute approbation de l'Académie la générosité et le désintéressement avec lesquels M. L. Smith a distribué aux chimistes, en France comme en Amérique, des produits rares, longuement élaborés, et dont il n'avait pas encore achevé l'examen. »

MÉDECINE. — *Sur les mesures prises par l'Intendance sanitaire de Marseille, dans la crainte de l'invasion de la peste.* Note de M. DE LESSEPS.

« Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre quelques observations au sujet d'une question qui préoccupe l'opinion publique il s'agit de la peste (puisqu'il faut l'appeler par son nom).

» On a pu lire dans les journaux le détail des mesures prises par l'Intendance sanitaire de Marseille dans la crainte de l'invasion du fléau qui apparaît, par suite de circonstances exceptionnelles et locales, dans une contrée fort éloignée de la France. On parle de quatre mille lits préparés au lazaret de Marseille pour les quarantenaires que l'on attend, et qui probablement choisiront à l'étranger d'autres points de débarquement. On a construit de vastes magasins et hangars pour y faire déposer, déballer, aérer et parfumer

des cargaisons entières de marchandises, c'est-à-dire que l'on veut prendre des précautions, qui ruineraient notre plus grand port de France, pour combattre la crainte d'un mal qui certainement n'arrivera plus dans une ville transformée, où maintenant l'air et l'eau douce circulent librement. Je ne comprends pas que, dans ce siècle de communications rapides, de chemins de fer, de télégraphes électriques, de bateaux à vapeur, la reine de la Méditerranée, par des mesures que l'expérience, après de longues discussions, avait semblé condamner, songe à arrêter sa prospérité et à effrayer le public, au lieu de le rassurer.

» M. de Lesseps cite, à l'appui de son opinion contre la contagion, les faits qui se sont passés sous ses yeux, lorsqu'il était représentant de la France et président du Conseil de santé en Égypte, pendant la grande peste de 1834-1835, qui a enlevé quarante-cinq mille personnes à Alexandrie en six mois et soixante-quinze mille en trois mois en Asie. Ces deux villes étaient alors, par elles-mêmes, des foyers d'infection, à la suite de longues guerres, de misères, d'épizooties et de débordements du Nil. Malgré cette mortalité, le fléau ne s'est pas étendu au delà de la Basse-Égypte, quoique les communications ne fussent pas interrompues avec la Haute-Égypte.

» Tous les médecins français se sont dévoués pendant cette cruelle épidémie, et ils ont tous eu la conviction que la maladie ne se prenait point par le contact des personnes ou des objets regardés comme suspects, mais seulement par les émanations extérieures et par l'air ambiant des malades, en séjournant d'une manière continue auprès d'eux, à moins qu'on n'eût déjà eu les atteintes du mal, qui ne se gagnait pas deux fois. Le Dr Clot-Bey s'est inoculé impunément le virus et a couché dans des chemises de pestiférés qui venaient de mourir à l'hôpital.

» M. de Lesseps demandera au Ministère des Affaires étrangères la communication du Rapport qu'il lui adressa à cette époque sur le commencement et la marche de l'épidémie, qui a, dans tous les temps, cessé en Egypte à la fin du mois de juin. Il remettra ce document à l'Académie. »

Observations de M. **H. Bouley.**

« Les opinions que vient d'émettre M. de Lesseps sur la contagiosité de la peste et sur les mesures quarantenaires prises contre cette maladie me paraissent nécessiter quelques observations. Suivant M. de Lesseps, la peste ne serait pas une maladie contagieuse par *contact*, et les

mesures quarantenaires qu'on veut lui opposer seraient conséquemment illusoires, puisqu'on ne saurait détourner les courants aériens. Je ne veux pas examiner ici la question de savoir si la peste est contagieuse dans le sens propre du mot ou si elle n'est qu'infectieuse. Je dirai seulement que les faits de non-contagion que vient de rappeler M. de Lesseps ne sauraient être invoqués comme preuves contre la contagiosité de la peste si, à côté de ces faits négatifs, si nombreux qu'on puisse les produire, un seul se trouve qui démontre la réalité de la contagion. En pareille matière, tous les faits négatifs ne sauraient prévaloir contre un seul fait positif. Mais la question n'est pas là : un fait est certain, c'est que la peste est transmissible, et ce qui n'est pas moins certain, c'est que, quand elle vient dans l'Europe occidentale, elle y est apportée, non pas sur l'*aile des vents,* mais par des malades ou des objets qui ont été en contact avec des malades. Ce sont les vaisseaux venant des pays où règne la peste qui servent de véhicules à ses germes. Je ne sache pas qu'il y ait un seul exemple de manifestation de la peste dans l'Europe occidentale par le fait de courants aériens apportant avec eux les germes de l'infection. J'ajoute que, une fois la peste introduite dans une localité populeuse, elle manifeste ses effets par la multiplicité de ses coups. Que son mode d'action soit la contagion ou l'infection, peu importe : ce qui est certain, c'est qu'elle tue.

» Ces faits étant acquis, je ne saurais partager l'opinion de M. de Lesseps sur les quarantaines, qu'il considère comme des mesures surannées et inutiles. Les quarantaines bien observées, et elles le sont bien en France, sont, au contraire, des mesures qui peuvent être très-efficacement préservatrices, en mettant obstacle au débarquement de matières susceptibles de recéler les germes de la peste et en astreignant à quelques jours d'isolement les personnes elles-mêmes qui pourraient leur servir de véhicules.

» Les opinions de M. de Lesseps sur l'inutilité des quarantaines sont loin, du reste, d'être partagées par les populations qui sont le plus immédiatement exposées aux périls des contagions que les vaisseaux peuvent leur apporter. A Marseille notamment, les terreurs de la peste sont toujours vivaces, et la quarantaine de dix jours qui vient d'être prescrite par le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a été bien accueillie par la population marseillaise, dont les aïeux ont fait l'expérience des ravages que peut causer la peste lorsqu'elle parvient à s'introduire dans un centre populeux. »

Observations de M. D'ABBADIE.

« Mon confrère, M. Bouley, me paraît trop absolu dans son assertion que la peste orientale vient toujours de la contagion, car au début de chaque épidémie elle doit nécessairement provenir d'autres causes, puisqu'elle commence Au reste, M. le Dr Tholozan, Correspondant de l'Académie, nous a dit ici, en 1874 (1), que la peste est sporadique en Perse. Il semble en être de même en Éthiopie, où les indigènes assurent que cette maladie est traitée avec succes par un remède topique, appliqué sur bubon. Je ne suis pas assez médecin pour affirmer que la peste orientale est réellement identique avec la maladie des Éthiopiens, mais ceux-ci ne regardent pas cette dernière comme contagieuse, bien que leurs conclusions, formées en dehors de tout contact avec les idées qui ont cours en Europe, soient très-affirmatives pour la contagion de la lèpre et de la variole. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. B.-G. JENKINS adresse diverses Notes, écrites en anglais, sur les variations du magnétisme terrestre et leurs applications à divers phénomènes.

(Commissaires : MM. Faye, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. J. MÉLIANDE, M. A. ROUX, M. H. DUPUY adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

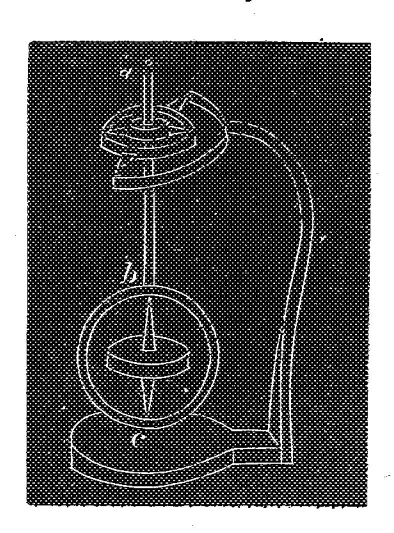
CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut : les nos 7 et 8, 1re Partie, du Catalogue des brevets d'invention pris en 1878; 2° le Tome XIV (nouvelle série, 1875) de la Collection des brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844; 3° le Tome XC de la Collection des brevets d'invention pris sous le régime de la même loi.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 1351-1354.

MÉCANIQUE. — *Sur la toupie de Foucault, transformée en pendule gyroscopique.* Note de M. GRUEY, présentée par M. Puiseux.

« Tout le monde connaît la curieuse expérience de Foucault sur la toupie. Un tore, animé d'une rotation rapide, repose par les extrémités de son axe sur une chape armée d'un crochet dans le prolongement de cet axe. La pointe du crochet étant placée au fond d'une petite creusure qui termine un support vertical, et l'axe du tore étant abandonné horizontalement sans impulsion, on voit aussitôt cet axe tourner autour du support en restant horizontal. Ce mouvement de précession est accompagné d'une nutation très-faible et invisible à l'œil lorsque la vitesse ω de rotation du tore sur son axe est très-grande. La théorie analytique de ce mouvement est aujourd'hui complète, grâce aux travaux successifs de Poisson, Puiseux, Resal, Somoff, Lottner; elle indique que la nutation grandit à mesure que ω diminue. Ces indications ne peuvent être suivies expérimentalement avec le dispositif de Foucault, car, aussitôt que ω est assez faible pour que la nutation devienne appréciable à l'œil, la pointe du crochet quitte le support et le tore tombe. Pour obvier à cet inconvénient et faire l'expérience dans toute son étendue, il suffit de remplacer le crochet par une tige *ab*,



dirigée sur le prolongement de l'axe *bc* du tore, et de donner à cette tige la liberté de prendre toutes les positions dans l'espace, en fixant par une vis de pression l'un quelconque O de ses points à un petit disque suspendu à la Cardan. Avec ce nouveau dispositif, qui transforme la toupie de Fou-

cault en pendule, on observe facilement la forme du mouvement, quelque petit que soit ω, et l'on constate un résultat intéressant que les analystes ne se sont pas attachés, je crois, à mettre en évidence.

» 1° La tige *ab* étant inclinée d'un angle quelconque, soit 30 degrés sur la verticale, et le tore ayant reçu, au moyen d'une ficelle déliée, une bonne vitesse de rotation ω autour de son axe, on abandonne tout le système sans impulsion. On voit alors l'extrémité inférieure *c* du pendule décrire *sensiblement* un polygone sphérique ou mieux une *ligne sphérique, brisée, régulière et étoilée* autour de la verticale du point fixe O comme axe, et en *sens contraire* de la rotation du tore.

» Cette expérience réussit également bien, quelles que soient ω et la distance δ du point O au centre du tore.

» 2° Si, toutes choses égales d'ailleurs, on répète l'expérience pour des valeurs de ω de plus en plus faibles ou pour des valeurs de δ de plus en plus fortes, on voit les côtés de la ligne brisée décrite par le point *c* se rapprocher de plus en plus de la verticale du point O.

» 3° Lorsque ω est *assez faible*, les plans des divers arcs de cercle décrits successivement par le point *c* contiennent sensiblement la verticale du point O. On a alors, en toute apparence, *un pendule circulaire dont le plan d'oscillation tourne autour de la verticale, dans le sens même de la rotation du tore.*

» Construit par M. Ducretet, le tore de notre appareil perd assez lentement sa rotation pour qu'il soit possible dans une seule expérience de constater l'influence de la diminution de ω. Il suffit de saisir la tige *ab* de temps en temps sans toucher au tore, dont la rotation persiste, et d'abandonner ensuite cette tige sans impulsion, après lui avoir restitué son inclinaison première sur la verticale. On peut agir ainsi tant que la rotation du tore n'est pas éteinte et fractionner l'expérience en parties répondant à des valeurs décroissantes de ω. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du nombre des points doubles d'un lieu défini par des conditions algébriques.* Note de M. SALTEL, présentée par M. Hermite.

« Le problème de la détermination du nombre des points doubles d'un lieu géométrique défini par des conditions algébriques fait naturellement suite au problème de la détermination de l'ordre du même lieu.

» Je me propose, dans cette Communication, d'exposer, sur un exemple bien simple, l'une des diverses méthodes que je possède depuis longtemps pour résoudre dans tous les cas ce genre de questions.

» PROBLÈME. — *On suppose que les équations*

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & f_1(x, y, a) = 0, \\ (2) & f_2(x, y, a) = 0,\end{array}\right\} (A)$$

où l'on considère pour un instant x, y, a comme coordonnées courantes, représentent deux surfaces les plus générales d'ordres m_1 et m_2: on demande le nombre des points doubles du lieu plan dont on obtient l'équation en éliminant entre ces relations le paramètre a.

» Observons tout de suite, en vue d'une importante vérification, que le nombre demandé doit évidemment être égal au nombre des points doubles de la *projection*, sur le plan des xy, de la courbe gauche intersection de deux surfaces les plus générales d'ordres m_1 et m_2; ce nombre doit donc être égal, comme l'a prouvé par la Géométrie pure M. Cayley, à

$$\tfrac{1}{2} m_1 m_2 (m_1 - 1)(m_2 - 1).$$

» Cela dit, les points doubles du lieu (A) sont manifestement déterminés par les solutions en x, y, α, β communes aux équations

$$\left.\begin{array}{ll}(3) & f_1(x, y, \alpha) = 0, \\ (4) & f_2(x, y, \alpha) = 0, \\ (5) & f_1(x, y, \beta) = 0, \\ (6) & f_2(x, y, \beta) = 0,\end{array}\right\} (B)$$

à condition que, dans chaque solution particulière ($x = x'$, $y = y'$, $\alpha = \alpha'$, $\beta = \beta'$), les nombres α' et β' soient inégaux.

» Pour obtenir le nombre de ces solutions, remplaçons le système (B) par le système équivalent

$$\left.\begin{array}{ll}(7) & f_1(x, y, \alpha) = 0, \\ (8) & f_2(x, y, \beta) = 0, \\ (9) & f_1(x, y, \alpha) - f_1(x, y, \beta) = 0, \\ (10) & f_2(x, y, \alpha) - f_2(x, y, \beta) = 0.\end{array}\right\} (C)$$

» L'équation (9) étant évidemment de la forme

$$\begin{aligned}A(\alpha^{m_1}-\beta^{m_1}) + B_1 x(\alpha^{m_1-1}-\beta^{m_1-1}) + B_2 y(\alpha^{m_1-1}-\beta^{m_1-1})\\ + C_1 x^2(\alpha^{m_1-2}-\beta^{m_1-2}) + C_2 y(\alpha^{m_1-2}-\beta^{m_1-2}) + \ldots\\ + F_1 x^{m_1-1}(\alpha-\beta) + F_2 y^{m_1-1}(\alpha-\beta) = 0,\end{aligned}$$

son premier membre est divisible par $\alpha-\beta$. En supposant cette division faite, elle prend donc la forme $U_1(x, y, \alpha, \beta) = 0$, dans laquelle les plus hautes puissances des variables x, y, α, β sont égales à $m_1 - 1$.

» En opérant de même sur l'équation (10), on obtient donc le système

$$\left.\begin{aligned}f_1(x, y, \alpha) = 0,\\ f_2(x, y, \beta) = 0,\\ U_1(x, y, \alpha, \beta) = 0,\\ U_2(x, y, \alpha, \beta) = 0,\end{aligned}\right\} \quad (D)$$

qui admet évidemment un nombre de solutions marqué par le produit des degrés des équations, c'est-à-dire égal à

$$N = m_1 m_2 (m_1 - 1)(m_2 - 1).$$

» *Nota I.* — Si l'on a la solution $(x = x', y = y', \alpha = \alpha', \beta = \beta')$, on doit avoir aussi cette autre solution $(x = x', y = y', \alpha = \beta', \beta = \alpha')$, qui donne le même point double (x', y') que la précédente; il n'y a donc, en réalité, que $\frac{N}{2}$ points singuliers. C. Q. F. D.

» *Nota II.* — Lorsque le lieu (A) a un point triple, les équations (D) ont une solution commune avec les équations

$$\begin{aligned}f_1(x, y, \gamma) = 0,\\ f_2(x, y, \gamma) = 0;\end{aligned}$$

le lieu ne possède donc généralement pas de points triples. »

MÉCANIQUE. — *Application des potentiels directs de Lamé au calcul de l'équilibre d'élasticité d'un solide isotrope et homogène indéfini, sollicité dans une étendue finie par des forces extérieures quelconques.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

» Les équations d'équilibre d'un solide homogène et isotrope indéfini sont, comme on sait, en appelant u, v, w les composantes du petit déplacement éprouvé pour chaque point (x, y, z) et X, Y, Z les composantes

de l'action extérieure par unité de volume (composantes qu'on suppose nulles en dehors d'une région finie),

$$(1)\qquad (\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dx}+\mu\Delta_2 u+X=0,\quad\ldots,\quad\text{ou}\quad \theta=\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}.$$

» En outre, u, v, w doivent, à de grandes distances D de l'origine, devenir comparables à l'inverse de D ou avoir leurs dérivées comparables à l'inverse de D^2, pour que les résultantes des pressions N, T sur des surfaces de l'ordre de D^2 y fassent équilibre aux pressions extérieures données.

» Appelons X_1, Y_1, Z_1 ce que deviennent les fonctions X, Y, Z pour un élément quelconque de volume $d\varpi$ ayant les coordonnées x_1, y_1, z_1, et r la distance $\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2}$. Si nous posons

$$(2)\qquad u=\frac{1}{4\pi\mu}\int X_1\frac{d\varpi}{r}+\alpha,$$

où le signe $\int$ s'étend à tous les éléments de volume $d\varpi$ extérieurs à une sphère décrite d'un très-petit rayon R autour du point (x, y, z) comme centre, α sera, comme u, de l'ordre de l'inverse de D pour r ou D très-grand, et la première équation (1) deviendra d'ailleurs (vu la propriété connue des potentiels inverses) $\Delta_2\alpha=-\frac{\lambda+\mu}{\mu}\frac{d\theta}{dx}$. Celle-ci donne elle-même, en observant que les équations (1), différentiées en x, y, z et ajoutées, font connaître $\Delta_2\theta$,

$$(3)\qquad \Delta_2\Delta_2\alpha=\frac{\lambda+\mu}{\mu(\lambda+2\mu)}\frac{d}{dx}\left(\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right).$$

» Or, on sait que, lorsqu'une fonction continue de x, y, z devient, pour D très-grand, comparable à l'inverse de D ou d'un ordre de petitesse plus élevé, il suffit de connaître son Δ_2 en tous les points (x, y, z) pour qu'elle soit déterminée en chaque endroit. Donc l'équation (3), qui donne le Δ_2 de $\Delta_2\alpha$, détermine $\Delta_2\alpha$, et par suite α lui-même. On y satisfait, d'après la propriété du *potentiel direct* que j'ai démontrée dans une Note du 10 février 1879 [*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 277 (¹)], en prenant

$$(4)\qquad \alpha=-\frac{\lambda+\mu}{8\pi\mu(\lambda+2\mu)}\int\frac{d}{dx_1}\left(\frac{dX_1}{dx_1}+\frac{dY_1}{dy_1}+\frac{dZ_1}{dz_1}\right)r\,d\varpi.$$

» En outre, cette valeur de α devient, pour D ou r très-grand, com-

(¹) A la page 279, ligne 9 de cette Note du 10 février, il faut : dérivées des *deux* (et non des *trois*) premiers ordres.

parable à l'inverse de r, car, d'après la dernière formule de la même Note, on peut, au lieu d'y différentier X_1, Y_1, Z_1 par rapport à x_1, y_1, z_1, effectuer sur l'autre facteur r des différentiations en x, y, z, ou écrire

$$(5) \qquad \alpha = -\frac{\lambda+\mu}{8\pi\mu(\lambda+2\mu)}\int \frac{d}{dx}\left(X_1\frac{dr}{dx}+Y_1\frac{dr}{dy}+Z_1\frac{dr}{dz}\right)\Big] d\varpi,$$

de manière à y faire paraître les dérivées secondes de r, qui sont bien du degré -1 en $x-x_1$, $y-y_1$, $z-z_1$, r.

» Les formules (2), (5) et d'autres pareilles donnent donc

$$(6) \quad u = \frac{1}{4\pi\mu}\int\left[\frac{X_1}{r} - \frac{\lambda+\mu}{2(\lambda+2\mu)}\frac{d}{dx}\left(X_1\frac{dr}{dx}+Y_1\frac{dr}{dy}+Z_1\frac{dr}{dz}\right)\right]d\varpi, \quad v = \ldots$$

» La différentiation de celles-ci en x, y, z (qui peut se faire sous le signe $\int$), puis l'addition des résultats, effectuée en observant que $\Delta_2 r$ vaut le double de l'inverse de r, conduisent à la valeur de θ :

$$(7) \qquad \theta = \frac{1}{4\pi(\lambda+2\mu)}\int\left(X_1\frac{d\frac{1}{r}}{dx}+Y_1\frac{d\frac{1}{r}}{dy}+Z_1\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\right)d\varpi.$$

» On reconnaît aisément qu'avec ces valeurs de u, v, w, θ les équations (1) sont bien satisfaites; car, l'intégrale qui paraît dans (7) revenant à $\int\left(\frac{dX_1}{dx_1}+\frac{dY_1}{dy_1}+\frac{dZ_1}{dz_1}\right)\frac{d\varpi}{r}$ et sa dérivée en x pouvant s'obtenir par la différentiation en x_1 de la parenthèse, les formules (4) et (7) donnent de suite

$$(\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dx}+\mu\Delta_2\alpha = \frac{\lambda+\mu}{8\pi(\lambda+2\mu)}\int\frac{d}{dx_1}\left(\frac{dX_1}{dx_1}+\frac{dY_1}{dy_1}+\frac{dZ_1}{dz_1}\right)\left(\frac{2}{r}-\Delta_2 r\right)d\varpi = 0.$$

» MM. Thomson et Tait, aux n°s 730 et 731 de leur beau *Traité de Philosophie naturelle,* étaient parvenus, par une voie beaucoup plus pénible, à des formules (p. 570)

$$\left\{\begin{aligned} u = \frac{1}{24\pi\mu(\lambda+2\mu)}\int\Big[&2(2\lambda+5\mu)\frac{X_1}{r} \\ &+(\lambda+\mu)r^2\frac{d}{dx}\left(X_1\frac{d\frac{1}{r}}{dx}+Y_1\frac{d\frac{1}{r}}{dy}+Z_1\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\right)\Big]d\varpi, \ \ldots\end{aligned}\right.$$

plus compliquées que les expressions (6), mais revenant bien à celles-ci lorsqu'on développe les calculs. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation inégale de la lumière polarisée circulairement, dans les corps soumis à l'action du magnétisme, suivant le sens de l'aimantation et le sens des vibrations lumineuses.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Fizeau.

« On sait comment Fresnel a montré qu'un rayon lumineux polarisé rectilignement, traversant une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, peut se décomposer en deux rayons polarisés circulairement en sens inverse, qui se propagent dans ce cristal avec des vitesses inégales; ce phénomène correspond à une rotation du plan de polarisation du rayon lumineux incident.

» Nous nous sommes proposé de rechercher si les mêmes considérations sont applicables au phénomène de la polarisation rotatoire magnétique découvert par Faraday, et, en particulier, si un rayon lumineux polarisé circulairement, traversant un morceau de flint lourd soumis à l'action magnétique, peut subir, dans sa marche, une avance ou un retard pendant l'aimantation. Nous avons fait usage de la disposition suivante. Des rayons lumineux donnés par la chaux incandescente d'un chalumeau à gaz oxyhydrique sont polarisés circulairement en passant à travers un prisme de Nicol et une lame quart d'onde, dont les axes sont inclinés à 45 degrés sur ceux du prisme précédent. Ces rayons tombent sur une fente placée au foyer d'une lentille, d'où ils sortent parallèles; ils rencontrent alors deux fentes très-voisines et parallèles à la première, qui les divisent en deux faisceaux traversant chacun un parallélépipède de flint lourd; puis, d'après la disposition imaginée par M. Fizeau, ils sont reçus sur une lentille au foyer de laquelle ils donnent des franges d'interférence qui sont observées avec une forte loupe.

» Les deux parallélépipèdes de flint lourd sont identiques, et proviennent des deux moitiés d'un même parallélépipède coupé suivant sa plus grande longueur. Il fallait, en outre, les soumettre à des actions magnétiques inverses; on a disposé à cet effet l'un d'eux entre les armatures percées d'un gros électro-aimant en fer à cheval, et le second parallélépipède a été placé en dehors de ces armatures, dans le prolongement de la ligne des pôles. On sait que dans cette seconde position l'effet magnétique produit est inverse et plus faible que l'effet direct obtenu entre les armatures pour une aimantation dans un sens quelconque.

» Dans ces conditions, si les rayons lumineux subissent une différence de marche due à l'influence magnétique, les franges d'interférence devront

se déplacer, et il est facile de voir que, les actions magnétiques exercées sur les deux parallélépipèdes étant inverses, les déplacements produits par chacun d'eux s'ajouteront. Toutes les pièces du système optique étaient montées sur des supports indépendants de l'électro-aimant et ne subissaient aucun mouvement pendant l'aimantation.

» En faisant passer dans l'électro-aimant un courant électrique, on observait un faible déplacement des franges, et ce déplacement avait lieu tantôt à droite, tantôt à gauche, suivant le sens du courant électrique.

» En tournant de 90 degrés la lame quart d'onde, on renversait le sens du mouvement circulaire, et l'on observait que, pour un même sens dans l'aimantation, le sens du déplacement des franges était renversé.

» On pouvait craindre l'effet de petits déplacements du système pendant l'aimantation. Dans quelques-unes de nos expériences, ces causes perturbatrices étaient mises en évidence par une légère différence entre les déplacements des franges dans un sens et dans l'autre, suivant le sens de l'aimantation; avec des précautions convenables on arrive à supprimer complétement cette cause d'erreur, et, dans tous les cas, en mesurant le double écart obtenu par le renversement du courant électrique, on élimine l'influence de tout déplacement accidentel.

» On a mesuré en outre la rotation magnétique d'un rayon lumineux polarisé rectilignement, traversant chacun des parallélépipèdes dans les conditions d'intensité magnétique où se faisait l'expérience.

» Pour évaluer le déplacement des franges, l'oculaire était muni d'un micromètre tracé sur verre. Dans une expérience, une frange, c'est-à-dire l'intervalle de deux bandes obscures, occupait environ 4 divisions du micromètre, et le double déplacement obtenu en renversant le sens du courant électrique pouvait s'estimer égal à $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de division, soit environ $0^{\text{frange}},07$. Dans les mêmes conditions, le parallélépipède compris entre les pôles de l'électro-aimant donnait une rotation magnétique double égale à $20^\circ 15'$ pour la lumière jaune, et le second parallélépipède une rotation inverse égale à $4^\circ 11'$. L'effet observé correspond donc à une rotation magnétique double, égale à $24^\circ 26'$.

» D'après Fresnel, la différence de phase des deux rayons polarisés circulairement en sens inverse, qui correspond à une rotation R du plan de polarisation par une lame de quartz, serait représentée par $\frac{R}{\pi}$. La variation de phase subie par un seul des deux rayons serait donc $\frac{R}{2\pi}$, et dans l'expérience actuelle on aurait, en prenant les doubles rotations au lieu

des rotations magnétiques simples, $\frac{R}{2\pi} = \frac{24^\circ 26'}{360^\circ} = 0,068$. Le déplacement des franges a donné approximativement 0,07; il y a donc accord entre l'expérience actuelle et la théorie que Fresnel a appliquée à la polarisation rotatoire naturelle.

» Si l'on répète l'expérience précédente avec de la lumière polarisée rectilignement, qui peut être regardée comme la superposition de deux rayons polarisés circulairement en sens inverse, on peut prévoir que, pendant l'aimantation, le système des franges devra se dédoubler en deux systèmes distants de $0^{\text{frange}},07$ et qui se superposeront en partie. L'expérience a montré, dans ce cas, un léger changement dans l'intensité des franges. Si la rotation simple du plan de polarisation était 90 degrés, les deux systèmes de franges seraient distants de $\frac{1}{2}$ frange; ils seraient complémentaires, et les franges disparaîtraient. Ce cas correspond à l'interférence de deux rayons polarisés à angle droit.

» Les résultats qui précèdent montrent que le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique est accompagné, comme la polarisation rotatoire naturelle, d'une variation dans la vitesse de propagation de deux rayons lumineux polarisés circulairement en sens inverse; il n'est pas sans intérêt de voir comment le sens de la vibration lumineuse circulaire intervient au même degré que le sens du courant électrique qui produit l'aimantation, phénomène prévu théoriquement et dont l'expérience précédente est une vérification expérimentale. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la compressibilité des gaz à des pressions élevées.* Note de M. E.-H. Amagat, présentée par M. Berthelot.

« La méthode que j'emploie ayant déjà été décrite dans une précédente Communication, il me suffira d'ajouter quelques détails, relatifs aux recherches que je viens de faire.

» L'appareil a été installé à l'Esparre, près de Saint-Étienne, dans un puits de mine (*puits Verpilleux*), que M. Villiers, ingénieur-directeur de la Société des houillères de Saint-Étienne, a bien voulu mettre à ma disposition. Ce puits a une profondeur de 380 mètres, mais, à 326 mètres de l'orifice, s'ouvre une galerie non exploitée; c'est à l'entrée de cette galerie que j'ai installé la pompe qui devait refouler le mercure jusqu'à l'orifice, et le manomètre dans lequel on lit, avec un viseur, les volumes occupés par le gaz.

» La galerie, qui n'est pas terminée, n'a qu'une seule entrée; l'air n'y

circule pas; en raison de cette circonstance, la température y est tellement constante, que l'eau des tonneaux, disposés pour fournir un courant continu dans le manchon de verre qui enveloppe le manomètre, n'a pas varié de plus de 0°,15 pendant la durée des expériences; dans la dernière série en particulier, la variation de température n'a pas dépassé 0°,03. J'ai à peine besoin de faire remarquer combien il était nécessaire de réaliser cette condition, car toute correction notable deviendrait incertaine, le coefficient de dilatation des gaz n'étant pas connu sous de fortes pressions.

» A ce sujet, je puis annoncer que je serai bientôt en mesure de faire connaître ce coefficient pour les gaz et un certain nombre de liquides, et notamment de gaz liquéfiés, dans des limites très-étendues de température et de pression.

» Le fil d'acier creux dans lequel était refoulé le mercure s'élevait verticalement depuis l'appareil jusqu'au-dessus de l'orifice du puits, soit à une hauteur de 328 mètres; on l'avait fixé, tous les 12 mètres, au moyen de doubles pinces, à un cylindre de tôle épaisse, servant à l'aération des galeries inférieures.

» La manœuvre de la pompe, ainsi que la lecture des volumes du gaz et des températures, se fait sans difficulté, grâce à la perfection avec laquelle l'instrument a été construit dans notre atelier, par les soins de M. Benevolo, qui a contribué pour une large part au succès de ces expériences; mais la détermination du niveau du mercure à chaque station, sur toute la longueur de la colonne, a été extrêmement pénible, d'autant plus que le puits Verpilleux n'est pas encore guidé. M. Buisson, ingénieur chargé de la direction des travaux du puits, a bien voulu faire lui-même ces opérations; je le prie de recevoir ici mes bien sincères remercîments.

» Des thermomètres convenablement échelonnés ont permis de ramener toutes les hauteurs de mercure à zéro; on a également tenu compte, à chaque station, de la valeur de la pression atmosphérique.

» Je n'ai pas l'intention, pour le moment du moins, d'étudier par la même méthode tous les gaz; mais, par un procédé analogue à celui de Pouillet, je les comparerai tous successivement à celui que je viens d'étudier; le choix de ce dernier gaz, qui devient ainsi la base de mon travail, prenant ainsi une plus grande importance, j'ai cru devoir, pour écarter toute objection, ne pas employer l'air atmosphérique, parce qu'il n'est pas absolument certain que, dans les conditions de ces expériences, l'oxygène soit complétement sans action sur le mercure. J'ai dû opérer avec de l'azote, à cause de la facilité qu'on a de se procurer ce gaz dans un grand état de

pureté; c'est donc à l'azote que se rapportent les résultats consignés au Tableau ci-dessous.

» J'ai exécuté trois séries d'expériences : la première a été poussée jusqu'à 208, la seconde jusqu'à 330, et la quatrième jusqu'à 430 atmosphères.

» Les résultats de ces trois séries sont parfaitement concordants, et la courbe qui les représente d'une parfaite régularité; les plus grandes différences, relatives au quotient $\frac{pv}{p'v'}$, n'ont porté que sur quelques unités de la quatrième décimale.

» Je donne seulement ici les résultats de la dernière série, pendant laquelle la température n'a présenté que des variations extrêmement petites.

Pressions en mètres de mercure à zéro.	Pressions en atmosphères.	Produits PV.	Température de l'eau du manchon.	Valeurs de $\frac{pv}{p'v'}$ rapportées au volume initial.
96,698	127,223	51594	22°,02	»
128,296	168,684	52860	22,03	0,9760
158,563	208,622	54214	22,01	0,9516
190,855	251,127	55850	22,00	0,9238
221,103	290,924	57796	22,00	0,8927
252,353	332,039	59921	22,01	0,8613
283,710	333,302	62708	22,00	0,8227
327,388	420,773	65428	22,00	0,7885

» Ainsi, sous la pression de 430 atmosphères, le volume du gaz est de près d'un quart plus grand que celui qu'on déduit de la loi de Mariotte, ce qui correspond à une différence de près de 100 atmosphères sur la pression nécessaire pour obtenir la réduction de volume déduite de cette loi. »

PHYSIQUE. — *Note à propos du phénomène observé par M.* Duter. Lettre de M. **D.-J. Korteweg.**

« Le phénomène observé par M. Duter (¹) peut s'expliquer par les pressions électriques exercées sur la lame isolante. En effet, soient φ la charge électrique (positive à l'intérieur), R le rayon intérieur, d l'épaisseur de la lame isolante, V le potentiel intérieur, K la capacité spécifique inductive de la matière isolante; on aura, par définition,

$$V = \frac{\varphi}{KR} - \frac{\varphi}{K(R+d)} = \frac{\varphi d}{KR^2}.$$

(¹) *Comptes rendus*, novembre 1878, t. LXXXVII, p. 828.

» Le potentiel diminue donc avec une augmentation du volume, et de cette circonstance seule on peut déjà déduire que les pressions électriques tendront à *augmenter* le volume de la sphère.

» On sait que la pression électrique contre une lame isolante se calcule par l'expression

$$P = -\tfrac{1}{2}\rho\frac{dV}{du} \ (\rho \text{ densité électrique}),$$

tandis que

$$\frac{dV}{du} = -\frac{1}{K}4\pi\rho;$$

cette pression peut donc s'écrire

$$P = \frac{2\pi}{K}\rho^2$$

» La pression intérieure est donc représentée par

$$P_i = \frac{2\pi}{K}\left(\frac{\varphi}{4R^2\pi}\right)^2 = \frac{\varphi^2}{8KR^4\pi} = \frac{KV^2}{8d^2\pi},$$

et la pression extérieure par

$$P_e = \frac{2\pi}{K}\left(\frac{\varphi}{4(R+d)^2\pi}\right)^2 = \frac{KV^2}{8d^2\pi}\left(1 - \frac{4d}{R}\right);$$

donc

$$P_i - P_e = \frac{KV^2}{2dR\pi}.$$

» Maintenant j'applique, pour calculer l'équilibre de l'enveloppe isolante sphérique, les formules de Lamé [1], après les avoir simplifiées par la considération que d est très-petit par rapport à R.

» On a donc (*loc. cit.*)

$$b = \frac{R^4(P_i - P_e)}{12\mu d} = \frac{KV^2R^3}{24\mu d^2\pi},$$

$$c = \frac{R^3(P_i - P_e) - 3R^2dP_i}{3(3\lambda + 2\mu)R^2d} = \frac{KV^2}{24(3\lambda + 2\mu)d^2\pi};$$

donc

$$U = cR + \frac{b}{R^2} = \frac{KV^2R}{8d^2\pi}\,\frac{\lambda + \mu}{(3\lambda + 2\mu)\mu} = \frac{KV^2R}{8d^2\varepsilon\pi}.$$

où ε représente la valeur réciproque du coefficient d'élasticité défini par Lamé, page 76.

---

[1] *Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité*, p. 212; 1866.

» U signifie ici l'accroissement du rayon de la sphère. L'augmentation de volume cherchée est donc

$$\Delta V = \frac{KV^2 R^3}{2 d^2 \varepsilon}.$$

» En employant les unités proposées par l'Association britannique (le cM, la seconde, le gramme de masse), je suppose, pour une sphère de verre, $R = 10$ cM, $d = 0,1$ cM, $\varepsilon = 600\,000\,000\,000$; alors,

$$\Delta V \doteq \frac{KV^2}{12000}\, m^3 M.$$

» Par les expériences de M. Thomson, on sait qu'on a besoin d'un potentiel $V = 13$ (exprimé par les mêmes unités) pour percer une couche d'air de 1 millimètre, et, comme les machines électriques ordinaires peuvent donner des étincelles de plusieurs centimètres, cette formule doit donner des valeurs de ΔV parfaitement suffisantes pour expliquer le phénomène observé par M. Duter.

» Afin d'obtenir une vérification expérimentale de mes prévisions, je priai M. Julius de vouloir bien expérimenter avec une boule de gutta-percha, au lieu de la boule de verre employée par M. Duter. Pour la gutta-percha, $\varepsilon = 20\,000\,000$.

» Nous prîmes donc une boule de gutta-percha enduite d'huile pour qu'elle restât isolante, quoique remplie et entourée d'eau. Bien que le temps fût très-humide et que les charges ne se conservassent guère, nous observâmes immédiatement une augmentation de volume assez notable. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Perfectionnements apportés à la lampe électrique d'Harrison*. Note de M. E. **Ducretet**, présentée par M. du Moncel. (Extrait.)

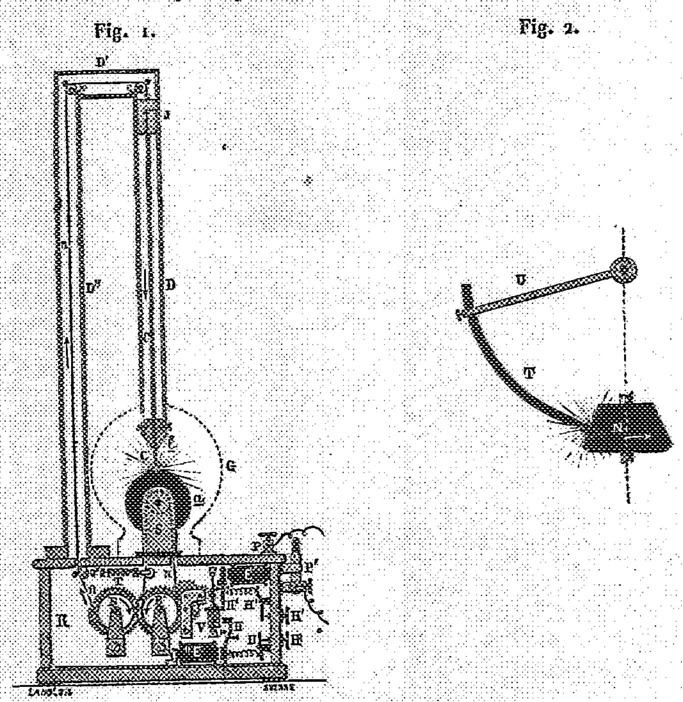
« La partie supérieure de cette lampe ne diffère pas, quant aux principaux organes, de celle qui a été imaginée en 1857 par Harrison.

» Une monture métallique D (*fig.* 1) reçoit un crayon de charbon G, dont le mouvement de descente est produit par le poids du crayon lui-même et de sa monture J. Un galet *a* de charbon sert de butée et complète le circuit. Un guide métallique *l facilite* le passage du courant et limite la portion du crayon qui est comprise entre ce guide *l* et le disque *a*.

» Ces organes, imaginés par Harrison en 1857, constituent une lampe

électrique à contact imparfait, qu'on retrouve du reste dans la lampe proposée en 1876 par M. Varley (*fig.* 2), où une baguette de charbon T repose *mollement*, par suite de son poids, sur la périphérie d'un galet de charbon N qui ferme le circuit, d'où *contact imparfait*, ainsi qu'il le dit, et usure progressive du crayon par son extrémité.

Fig. 1. Fig. 2.



» Dans la disposition adoptée par M. E. Ducretet, les organes renfermés dans le socle R régularisent automatiquement cette usure et maintiennent constant l'arc lumineux, dont la longueur dépend de la tension du courant qu'on emploie. L'action de deux électro-aimants et d'un simple mouvement Carcel assure cette régularité. Avec un courant de faible tension, on peut obtenir facilement les apparences du contact imparfait et un arc sensiblement nul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les rapports qui unissent les acides tétrique, oxytétrique et leurs homologues au succinyle, au malyle et autres radicaux d'acides bibasiques.* Note de M. Eug. Demarçay, présentée par M. Cahours.

« Les réactions des acides tétrique ($3C^4H^4O^2 + H^2O$), oxytétrique ($3C^4H^4O^3 + H^2O$) et de leurs homologues, décrites dans les Notes que j'ai

communiquées précédemment à l'Académie, permettent de remonter avec un assez grand degré de certitude à la constitution de ces composés. On remarquera d'abord que leurs réactions confirment l'hypothèse que j'ai faite au moment de leur découverte, laquelle consiste à admettre l'existence de 1 triple molécule d'un radical unie à 1 seule molécule d'eau. Je rappellerai, à l'appui de cette assertion, les nombreux dérivés de ces radicaux et la composition des sels de la série tétrique formés par l'union de 2, 3 ou 5 molécules de radical et de 1 ou 2 molécules de base. Ces radicaux sont donc analogues aux anhydrides silicique et tungstique, dont plusieurs molécules s'unissent à 1 ou plusieurs molécules de base. Comment s'effectue cette union? C'est ce que doit nous apprendre la constitution plus intime de ces radicaux, telle qu'elle résulte de leurs réactions.

» Bornons-nous d'abord au radical $C^4H^4O^2$ de l'acide tétrique, en observant qu'un lien étroit rapproche ce corps de ses homologues et des radicaux oxytétriques, etc. Il fournit, par l'action du perchlorure de phosphore, un chlorure $C^4H^4Cl^2O$. L'oxygène se trouve donc uni tout entier au carbone, car, si cet oxygène se trouvait uni en partie à l'hydrogène comme dans le groupe OH, le perchlorure de phosphore donnerait un chlorure correspondant C^4H^3ClO. La potasse, qui par fixation d'eau dédouble $C^4H^4O^2$ en acides formique et propionique, montre ensuite que cet oxygène est tout entier fixé sur 2 atomes de carbone, puisque dans les produits de cette réaction oxydante il n'y a que 2 atomes de carbone unis à l'oxygène. Autrement il faudrait supposer une transposition moléculaire, que la température relativement basse de la réaction rend peu probable. De même, l'acide propionique contenant une chaîne de 3 atomes de carbone, nous devons supposer la présence de cette chaîne dans le radical $C^4H^4O^2$, que dès lors nous sommes amenés à écrire

$$(CO - C^2)(CO)H^4.$$

Observons que le corps en question, ne présentant pas les réactions d'une aldéhyde, ne peut contenir le groupe COH; H^4 est donc tout entier uni à C^2, et il ne peut subsister d'incertitude que sur la nature du groupement C^2H^4. Or, il n'y a que deux arrangements possibles de ce groupement, $CH^3 - CH$ et $CH^2 - CH^2$, qui nous conduisent aux formules

(1) $\left\{ \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO \\ \qquad\quad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad\qquad CO \end{array} \right.$ (2) $\left\{ \begin{array}{l} CH^2 - CH^2 \\ \;| \qquad\quad | \\ CO - CO \end{array} \right.$

La première ne peut être admise : en effet, par addition de brome, on devrait obtenir soit le bromure de méthylmalonyle $[CH^3 - CH = (COBr)^2]$, soit le bromure de méthylpyruvyle $(CH^3 - CHBr - CO - COBr)$, décomposables avec énergie par l'eau : ce qu'on n'observe pas. La formule (2) nous apparaît donc comme celle du radical $C^4H^4O^2$. Cette formule est celle du *succinyle*, le radical de l'acide succinique.

» La nature du radical $C^4H^4O^3$ de l'acide oxytétrique est dès lors évidente de soi-même; c'est celle du *malyle*, le radical de l'acide malique :

$$\begin{array}{ccc} CH^2 & - & CH.OH \\ | & & | \\ CO & - & CO \end{array}$$

La présence du groupe OH est en effet vérifiée par l'action du perchlorure de phosphore, qui transforme l'acide oxytétrique en un chlorure $C^4H^3Cl^3O$, comme le fait supposer la formule précédente.

» De même, leurs homologues supérieurs (pentique, oxypentique, etc.) sont les radicaux des acides succinique et malique, dans lesquels 1 ou 2 atomes d'hydrogène sont remplacés par un ou deux groupes méthyle, éthyle, etc.

» Les limites de cette Communication m'interdisent d'insister sur la représentation des acides tétrique, oxytétrique, de leurs dérivés et de leurs homologues au moyen des formules auxquelles je suis arrivé. On y parvient d'ailleurs sans difficulté. Je ferai seulement remarquer, en terminant, que tous ces corps démontrent l'existence d'une chaîne fermée et saturée de 4 atomes de carbone, qui se comportent toutefois comme les corps soi-disant non saturés dérivés de l'éthylène, par la facilité avec laquelle ils fixent le chlore et le brome. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide bromocitraconique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« M. Kékulé a démontré que l'acide citraconique fixe directement 2 équivalents de brome, pour donner un acide citrabromopyrotartrique dont le sel de chaux, à l'ébullition, fournit un corps qui répond à la formule de l'acide monobromocrotonique

$$C^{10}H^6Br^2O^8 = HBr + C^2O^4 + C^8H^5BrO^4.$$

» Toutefois, M. Cahours a vu que la réaction s'accomplit en deux

phases : d'abord il s'élimine de l'acide carbonique, et l'on obtient un isomère de l'acide dibromobutyrique

$$C^{10}H^6Br^2O^8 = C^2O^4 + C^8H^6Br^2O^4;$$

puis ce nouvel acide, saturé par une solution étendue de potasse ou de soude, après quelques minutes d'ébullition, donne l'acide crotonique monobromé.

» Dans l'espoir d'obtenir un homologue de l'acide tartrique, isomérique ou identique avec l'acide citratartrique de Carius, j'ai cherché à éliminer à froid le brome de l'acide citradibromopyrotartrique, au moyen de la méthode qui m'a servi à transformer l'acide bromomaléique en acide oxymaléique, méthode qui consiste simplement à traiter une solution concentrée de l'acide bromé par l'oxyde d'argent :

$$C^{10}H^6Br^2O^8 + 2\,AgHO^2 = 2\,AgBr + C^{10}H^8O^{12}.$$

La réaction n'a pas lieu suivant cette équation.

» En effet, lorsque l'on traite à froid une solution étendue d'acide citradibromopyrotartrique par de l'oxyde d'argent humide et récemment préparé, il se dépose immédiatement du bromure d'argent, mais la moitié seulement du brome est éliminée. Tant que cette limite n'est pas atteinte, il n'entre pas trace d'argent en dissolution. Comme il faut employer un léger excès d'oxyde pour que la réaction soit complète, il est nécessaire d'ajouter ensuite quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour se débarrasser de l'argent dissous. On filtre et l'on obtient, par évaporation, un liquide sirupeux qui est un nouvel acide bromé, l'acide bromocitraconique

$$C^{10}H^6Br^2O^8 = HBr + C^{10}H^5BrO^8.$$

» Il faut opérer à froid et se servir d'une solution étendue, car, si celle-ci est concentrée, la température s'élève quand on ajoute l'oxyde d'argent, et, vers la fin de l'opération, il se dégage une notable quantité d'acide carbonique. La liqueur filtrée dépose alors, par refroidissement, de beaux cristaux aiguillés qui possèdent, ainsi que je m'en suis assuré, la composition et les propriétés de l'acide bromocrotonique de M. Kékulé :

$$C^{10}H^6Br^2O^8 + AgHO^2 = AgBr + H^2O^2 + C^2O^4 + C^{10}H^5BrO^4 \text{ (1)}.$$

---

(1) D'après M. Kékulé, l'acide bromocrotonique fond à 65 degrés, tandis que M. Cahours dit que cet acide fond vers 60 degrés. J'ai trouvé un chiffre intermédiaire : 63 degrés.

» L'acide bromocitraconique est très-soluble dans l'eau; cette solution, concentrée à froid, donne un liquide incolore, peu stable, incristallisable, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Il est bibasique, donne des sels alcalins et alcalino-terreux, solubles dans l'eau, présentant peu de stabilité; en effet, ils ont une grande tendance à se décomposer avec formation d'un bromure alcalin ou alcalino-terreux.

» Lorsque l'on sature, par exemple, une solution acide étendue par du carbonate de baryte, on obtient une solution neutre, qui devient acide à l'évaporation; il se dépose du bromocitraconate neutre, avec un peu de sel acide, tandis que l'eau mère renferme une notable quantité de bromure de baryum.

» En effectuant la saturation avec de la potasse caustique, on obtient à l'évaporation un sel cristallin, grenu, très-soluble dans l'eau, déliquescent. L'analyse a été faite en transformant le sel en sulfate; elle a donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Théorie.
Matière	1,184	0,328	0,438	»
Sulfate	0,742	0,210	0,267	»
Potassium pour 100	28	28,3	27,33	27,368

» La légère différence entre la théorie et l'expérience dans les deux premières analyses est due à ce que, vers la fin de l'évaporation de la solution du bromocitraconate de potassium, il se forme une petite quantité de bromure de potassium. On évite cette altération en effectuant l'évaporation à froid, sous une cloche, en présence de l'acide sulfurique. L'analyse III a été faite avec un sel préparé dans ces conditions.

» Le bromocitraconate de potassium, en solution étendue, donne, avec le nitrate d'argent, un précipité blanc de bromocitraconate d'argent, qu'il est difficile d'obtenir à l'état de pureté. Voici son analyse :

Sel d'argent	1,465
Après calcination	1,02
Théorie pour $C^{10}H^{3}BrAg^{2}O^{8}$	1,025

» Ce précipité jaunit rapidement et renferme bientôt du bromure d'argent.

» En résumé, l'acide dibromopyrotartrique est susceptible d'éprouver deux modes de décomposition :

» 1° Bouilli pendant quelques instants avec une lessive alcaline, il perd d'abord de l'acide carbonique, pour former, ainsi que l'a vu M. Cahours,

un isomère de l'acide dibromobutyrique

$$C^{10}H^{6}Br^{2}O^{8} - C^{2}O^{4} = C^{8}H^{6}Br^{2}O^{4}.$$

» 2° Traité à froid par l'oxyde d'argent, il perd 1 molécule d'acide bromhydrique et donne l'acide bromocitraconique

$$C^{10}H^{6}Br^{2}O^{8} - HBr = C^{10}H^{5}BrO^{8}.$$

» Enfin l'acide de M. Cahours et l'acide bromocitraconique perdent aisément, le premier de l'acide bromhydrique, le second de l'acide carbonique, pour former un seul et même corps, qui est l'acide bromocrotonique de M. Kékulé. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'innervation respiratoire chez le Poulpe.* Note de M. L. **Fredericq**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« C'est dans la partie postérieure de la masse nerveuse sous-œsophagienne que M. Paul Bert place le centre physiologique des mouvements respiratoires chez la Seiche. Les expériences que j'ai faites chez le Poulpe s'accordent pleinement avec cette manière de voir : ainsi, la section de la tête abolit sur-le-champ tout mouvement respiratoire, tandis que l'ablation de la masse sus-œsophagienne ne les arrête pas. C'est donc dans la masse sous-œsophagienne qu'il faut chercher leur centre : en effet, les nerfs moteurs des muscles respiratoires (nerfs de l'entonnoir et des valvules, nerfs palléaux) se détachent tous de la partie postérieure de cette masse sous-œsophagienne.

» La section d'un seul nerf palléal abolit la sensibilité et la motilité de la moitié correspondante du manteau ; cependant, les mouvements de l'autre côté peuvent suppléer plus ou moins à cette paralysie unilatérale, et l'animal continuera à vivre. La section des deux nerfs palléaux abolit complétement les mouvements respiratoires du manteau et est nécessairement mortelle.

» Les mouvements respiratoires des mammifères sont généralement considérés comme *automatiques ;* ils n'ont pas besoin, pour leur production, de l'intervention d'impressions sensitives venues du dehors. Chez le Poulpe, les mouvements respiratoires semblent être purement *réflexes,* c'est-à-dire consécutifs à des impressions sensitives transmises au centre respiratoire par les nerfs viscéraux. J'ai coupé les nerfs viscéraux chez plusieurs Poulpes et j'ai, en général, obtenu un arrêt immédiat des mouvements respiratoires. L'excitation du bout central d'un nerf viscéral faisait réap-

paraître les mouvements respiratoires, parfois pendant plusieurs minutes. L'arc nerveux réflexe qui préside à la respiration chez le Poulpe se trouve ainsi complété. Le nerf viscéral y représente la portion centripète, la masse nerveuse sous-œsophagienne est le centre réflexe et le nerf palléal (ainsi que les nerfs de l'entonnoir) la portion centrifuge.

» Les fibres du nerf viscéral donnent-elles la sensibilité à la branchie qui provoque le réflexe respiratoire? Il est assez difficile de répondre à cette question, parce que l'ablation des branchies ne peut se faire sans altérer profondément la circulation. L'ablation des deux branchies, pratiquée en liant les vaisseaux, fut, dans un cas, suivie d'un arrêt de la respiration. Dans un second cas, les mouvements respiratoires se ralentirent seulement; ils tombèrent de 33 à 19 par minute. Je coupai les nerfs viscéraux : la respiration s'arrêta.

» Mais les nerfs viscéraux ne sont pas les seuls cordons nerveux périphériques qui, par les impressions qu'ils transmettent aux centres nerveux, peuvent provoquer le réflexe respiratoire. Qu'on coupe chez un Poulpe les deux nerfs viscéraux, et aussitôt la respiration s'arrête. Il suffit alors, pour provoquer une série de mouvements respiratoires, d'exciter fortement un nerf périphérique sensible, de pincer ou d'électriser la peau des bras, de la tête, de blesser les paupières, etc. Mais ces mouvements respiratoires provoqués s'arrêtent bientôt. Le Poulpe oublie de respirer quand les impressions sensitives ne viennent pas exciter son centre respiratoire sous-œsophagien.

» Quoi qu'il en soit, l'intégrité des nerfs viscéraux, des masses sous-œsophagiennes et des nerfs palléaux paraît seule indispensable à la production normale des mouvements respiratoires. J'ai pu couper tous les bras à leur base, enlever le ganglion sus-œsophagien, sans arrêter les mouvements de la respiration (¹). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions de la chaîne ganglionnaire chez les Crustacés décapodes.* Note de M. E. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les fonctions du système nerveux ganglionnaire chez les Arthropodes sont encore peu connues. Nous les avons étudiées chez les Crustacés supérieurs (*Homard, Écrevisse, Crabes,* etc.), opérant toujours sur des animaux vivants et en tenant compte, dans l'interprétation des résultats, de l'influence de l'opération et des circonstances dans lesquelles elle a lieu. Il y a une

(¹) Ce travail a été fait dans le Laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff.

foule de causes d'erreur, dans ces expériences, qui expliquent les divergences d'opinion qui règnent parmi les auteurs qui nous ont précédé, et dont il faut se garer en se donnant pour règle de ne jamais opérer sur un seul animal. Voici les résultats de cette étude :

» Les masses ganglionnaires et les connectifs qui les unissent sont manifestement sensibles sur toute la longueur de la chaîne; la sensibilité est la même sur les faces supérieure, inférieure et latérales.

» Les racines des nerfs irradiant de la chaîne sont à la fois motrices et sensibles, contrairement à l'opinion classique de Newport, Valentin, Longet, etc.; il en est de même pour les faces supérieure et inférieure de la chaîne.

» Chaque ganglion est un centre de sensibilité et de mouvement pour le segment du corps auquel il appartient, mais la sensibilité devient inconsciente et les mouvements réflexes lorsque le ganglion est séparé de ceux qui le précèdent.

» Le ganglion sous-œsophagien est le centre moteur et sensitif pour toutes les pièces masticatrices et les pattes-mâchoires.

» Le cerveau ou ganglion sus-œsophagien est sensible sur toutes ses faces, contrairement à ce qui a lieu chez les Insectes, chez lesquels, selon M. Faivre, le cerveau est insensible. Il joue le rôle de centre moteur et sensitif pour les appendices céphaliques (yeux, antennes).

» Chaque moitié droite et gauche du cerveau agit sur la partie correspondante du corps; il en est de même pour les autres ganglions de la chaîne. Il n'y a pas d'entre-croisements dans le parcours des fibres nerveuses.

» L'ablation du cerveau détermine des mouvements de culbute en avant qui proviennent d'un défaut d'équilibre, résultant de l'insensibilité des appendices céphaliques et de la prédominance des mouvements des membres postérieurs.

» Les mouvements qui persistent après l'ablation totale du cerveau, et qui, dans certains cas, ont un caractère de spontanéité, ne sont jamais coordonnés.

» La lésion de l'un des lobes du cerveau provoque des mouvements de manége du côté lésé vers le côté sain.

» Le cerveau est le siége de la volonté et de la coordination des mouvements. Il n'a pas d'action directe sur les mouvements du cœur.

» Les mouvements du cœur sont accélérés par une excitation électrique portée sur les connectifs de l'anneau œsophagien, d'où le courant dérive sur le ganglion stomato-gastrique et le nerf cardiaque (nerf décrit par

Lemoine). Ils sont retardés par l'excitation électrique des ganglions thoraciques (¹). »

PALÉONTOLOGIE. — *De l'existence des Saïgas en France à l'âge du Renne.* Note de M. A. GAUDRY, présentée par M. de Quatrefages.

« Il y a déjà plusieurs années, Édouard Lartet a annoncé à l'Académie la découverte de cornes de Saïgas dans les dépôts du Périgord qui appartiennent à l'âge du Renne; mais il n'a jamais remarqué d'autres morceaux que des chevilles de cornes. Aussi il a exprimé l'opinion que le Saïga n'avait pas vécu dans notre pays et que, si l'on trouvait ses cornes, c'est parce que les chasseurs de Rennes du Périgord s'en servaient comme armes et les achetaient à quelque peuplade étrangère.

» Pendant une excursion que j'ai faite avec M. l'abbé Delaunay dans l'Angoumois, j'ai visité la collection de M. Fermond, à La Rochefoucauld. Cette collection a été formée surtout à Rochebertier, sur les bords de la Tardoire. J'ai été frappé d'y voir, non-seulement des cornes du Saïga, mais aussi des mâchoires et des os des membres de cet animal. De l'Angoumois j'ai été dans le Périgord, et j'ai fait des observations semblables en visitant la collection que M. Massénat a tirée de Laugerie-Basse. Tout dernièrement, M. de Maret m'ayant communiqué les résultats de fouilles qu'il vient d'entreprendre dans la grotte du Placard, à Rochebertier, je l'ai prié de me confier les os de Saïgas qu'il a recueillis. En examinant son envoi, je constate que les cornes ne se rapportent qu'à sept individus, tandis que les dents se rapportent à neuf. Il y a aussi plusieurs pièces de diverses parties du corps, notamment des os des membres, qui ont été brisés pour en retirer la moelle, comme ceux des Rennes placés à côté. Il n'est donc pas douteux que nos pères ont vu les Saïgas en vie sur les bords de la Tardoire et de la Vézère, et qu'ils les ont fait servir à leur nourriture. Cela confirme l'idée qu'a suggérée à Gervais la vue des gravures sur os découvertes par M. Piette dans la grotte de Gourdan (Haute-Garonne); l'éminent paléontologiste qui vient d'être enlevé à la Science avait cru remarquer parmi ces gravures la représentation d'une tête de Saïga.

» Il est probable que, si les mâchoires de Saïgas quaternaires ont passé inaperçues, c'est parce qu'elles ont été confondues avec celles des Bouquetins, dont on rencontre les débris dans les mêmes gisements. Pour dis-

(¹) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, à Roscoff.

tinguer les mandibules des Saïgas d'avec celles des Bouquetins, on peut noter les caractères suivants :

» 1° Les denticules internes des arrière-molaires sont encore plus comprimés dans les Saïgas que dans les Bouquetins. Il en résulte que le creux laissé entre les denticules internes et externes a complétement perdu la disposition en croissant qui caractérise en général les Ruminants. Il en résulte aussi que la muraille interne des molaires a un aplatissement tout à fait insolite.

» 2° Les prémolaires des Saïgas sont réduites à deux sur chaque mandibule, au lieu qu'il y en a trois chez les Bouquetins.

» 3° Les prémolaires des Saïgas sont très-petites, et il y a un accroissement notable de la dernière prémolaire à la première arrière-molaire, de celle-ci à la seconde et de la seconde à la troisième.

» Les caractères que je viens d'énumérer donnent aux mandibules des Saïgas un aspect très-spécial.

» Les dents supérieures ont des différences moins accentuées; mais, pour peu que l'os auquel elles adhèrent soit conservé, on reconnaîtra de suite le Saïga, car l'énorme ouverture nasale de ce ruminant amène nécessairement de grands changements dans la forme des trois os qui bordent le nez chez la plupart des autres animaux : l'intermaxillaire est très-raccourci, le maxillaire est abaissé et le nasal ne s'avance qu'au niveau de la première arrière-molaire.

» Les os des pattes des Saïgas se distinguent de ceux des Bouquetins parce qu'ils sont à la fois plus longs et moins larges. Ils se rapprochent bien davantage de ceux des Antilopes, et notamment des Chamois, qu'on rencontre dans les mêmes formations. Néanmoins, les pattes des Saïgas sont encore plus fines que celles des Chamois: leurs canons sont plus grêles; dans ceux des pieds de derrière, la rainure qui marque la séparation du troisième et du quatrième métatarsien est plus accusée ; les os des phalanges sont plus minces, avec une longueur égale.

» Lorsque nous trouvons auprès des restes de nos aïeux, dans les dépôts de l'âge du Renne, les débris des Saïgas, qui s'étendent vers les pays asiatiques regardés comme le berceau de l'humanité, on pourrait être disposé à croire que ces Ruminants nous sont venus d'Asie. Cependant M. le D[r] Fischer, qui a beaucoup étudié les coquilles quaternaires des abris sous roches et les indices de migrations des peuples qu'on doit tirer de leur examen, n'a pas jusqu'à présent observé parmi ces coquilles d'espèces propres aux pays où vivent aujourd'hui les Saïgas. »

GÉOLOGIE. — *Étude géologique des terrains traversés par un tunnel de 14400 mètres, destiné à mettre en communication directe avec la mer le bassin à lignite de Fuveau.* Note de M. L. DIEULAFAIT, présentée par M. Hébert.

« Le bassin à lignite de Fuveau, qui a aujourd'hui toute l'importance d'un grand bassin houiller, est placé dans des conditions orographiques telles, que les eaux s'accumulent en quantité très-considérable dans tout son ensemble. Les choses sont à ce point, que les couches à lignite les plus inférieures ne peuvent être exploitées, bien qu'elles soient les plus puissantes; mais une partie considérable du système à lignite se trouve très-heureusement au-dessus du niveau de la mer. L'ensemble de ces conditions a amené la Compagnie des charbonnages des Bouches-du-Rhône à l'idée de percer un tunnel partant de la mer, tout près de Marseille, et allant aboutir dans le bassin de Fuveau, à 2 kilomètres au sud-est de Gardanne. La Compagnie m'a chargé d'étudier le côté géologique de cette grande question, et c'est le résultat de cette étude que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Le tunnel de Fuveau, long de $14^{km},400$, aura une direction absolument rectiligne. A partir de la mer, il traversera les terrains suivants, sur des longueurs indiquées par les chiffres correspondants :

1. Argile plastique et poudingues (miocène)	2000^{m}
2. Calcaire d'eau douce très-dur (miocène)	300
3. Calcaire marneux avec *Ost. Couloni* (néocomien inf.)	30
4. Calcaires dolomitiques (*Terebratula moravica* en haut)	240
5. Alternance de calcaires compactes et de dolomie	1100
6. Calcaires compactes avec silex	300
7. Calcaires compactes (*Ammonites tenuilobatus* en haut)	1500
8. Calcaires à pâte fine (*Am. transversarius, Am. Martelli*)	660
9. Calcaires marneux descendant probablement, sur l'horizon du tunnel, jusqu'aux couches à *Am. macrocephalus*	2800

» Le milieu de la division précédente correspond au point culminant de la montagne de l'Étoile, et comme, à partir de ce point, les couches ont des inclinaisons en sens contraire, il en résulte que le tunnel rencontrera au nord de l'Étoile les couches déjà traversées au sud.

10. Couches n° 8	1280^{m}
11. Couches n° 7	78
12. Couches n° 6	490

» Au point où finit la division précédente, on se trouve subitement en présence d'un de ces prodigieux accidents qui, pour être communs dans

les Alpes, n'en sont pas moins toujours très-étonnants : on passe de l'aptien le mieux défini dans le muschelkalk le plus parfaitement caractérisé. Il y a donc là, sans que rien dans la physionomie du terrain fournisse *a priori* la moindre indication, une dénivellation de plus de 1200 mètres. Les gypses qu'on exploite dans cette région reposent directement sur le muschelkalk; *ils sont donc bien triasiques.* Dans la traversée du tunnel, le muschelkalk est visible, à l'extérieur, sur une largeur de 900 mètres. Il se termine subitement par une nouvelle faille plus considérable encore que la première, puisque là le muschelkalk est en contact avec le cénomanien. En me reportant aux épaisseurs du trias et du permien aux environs de Toulon, là où l'on peut voir complétement ces divisions, j'estime que le tunnel atteindra certainement le terrain permien et peut-être le grès houiller dans la traversée des 900 mètres constituant la division n° 14.

» 15. Calcaires durs et calcaires marneux appartenant au néocomien et à l'aptien.

» Au delà, le tunnel entrera dans le terrain à lignite de Fuveau, qu'il ne quittera plus.

» Un fait général d'un tout autre ordre résulte des études que j'ai dû entreprendre pour dresser la coupe précédente; c'est celui-ci : les différents bassins à lignite du groupe de Fuveau qui existent en Provence ne sont pas le moins du monde, comme on le croit, des bassins séparés dès l'origine; ils constituaient, au contraire, un bassin unique, et leur séparation actuelle est exclusivement le résultat d'actions mécaniques de l'ordre de celles qui ont soulevé à 1200 ou 1500 mètres le muschelkalk de Simiane. L'établissement de ce fait résulte de la comparaison d'une série de relevés stratigraphiques que j'ai faits dans les différents bassins. Indépendamment du côté scientifique, la conclusion précédente a une haute portée industrielle, puisqu'elle entraîne cette conséquence, que les bassins à lignite dont nous nous occupons, celui de Fuveau en particulier, ne verront pas les couches de charbon s'amincir à mesure que l'on s'approchera des bords, mais qu'elles conserveront, au contraire, toute leur puissance jusqu'au contact des roches secondaires qui limitent actuellement ces bassins. »

M. A. Pellerin adresse une Note sur le grossissement dans la lunette astronomique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les courants induits résultant des mouvements d'une bobine à travers un système électromagnétique.* Note de M. TH. DU MONCEL.

« Les réactions produites dans les nouveaux générateurs magnéto-électriques étant assez complexes, j'ai voulu les étudier dans leurs conditions les plus simples, et j'ai entrepris, à cet égard, une série d'expériences qui pourront fixer les idées sur quelques-unes d'entre elles.

» Déjà, en 1872, dans un Mémoire présenté à l'Académie le 20 mai (¹), j'avais étudié cette question au point de vue des machines Gramme, et, quelques mois plus tard (²), j'avais reconnu que le courant induit que l'on obtient, quand on fait voyager une hélice enveloppant un aimant de la ligne neutre de celui-ci vers ses pôles, était un courant *direct*, et par conséquent se comportait, d'après la théorie de Lenz, comme si toutes les actions de la spirale magnétique étaient concentrées en une résultante appliquée selon la ligne neutre de l'aimant. Je me suis servi depuis de cette observation, que j'avais du reste formulée longtemps auparavant, pour me rendre un compte exact du sens des réactions échangées entre un aimant

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1335.

(²) *Voir* ma Notice sur mes travaux scientifiques publiée en mars 1873, p. 22.

et ses armatures, réactions très-variables suivant les conditions de l'expérience et qui montrent que les effets dynamiques des aimants ne sont pas en rapport avec les polarités magnétiques que l'on constate; elles appartiennent, en effet, à un ordre de phénomènes très-différent, ainsi que je l'ai démontré dès 1857.

» Ainsi on verra, par les expériences suivantes, que le sens des courants induits, produits par un même mouvement d'une bobine devant un pôle magnétique, peut être diamétralement opposé, suivant que le mouvement s'effectue tangentiellement ou normalement à ce pôle, et suivant même que le noyau magnétique sur lequel glisse la bobine est en contact ou à distance du pôle inducteur.

» 1° Si l'on prend un fort barreau aimanté, et qu'on expose transversalement devant l'un de ses pôles, le pôle sud par exemple, une tige de fer de 20 centimètres de longueur, de manière que l'un de ses bouts corresponde au pôle magnétique et en soit éloigné de $0^{m},015$, une petite bobine de $0^{m},02$ de longueur que l'on fera courir sur cette tige fournira des courants induits qui se comporteront exactement comme si la tige était devenue un aimant, ayant deux pôles à ses deux extrémités et sa ligne neutre au milieu.

» En conséquence, quand cette bobine marchera de la ligne neutre vers le bout de la tige exposé devant le pôle magnétique, on obtiendra un courant qui sera *direct* par rapport au courant magnétique de la tige influencée, et par conséquent en sens inverse du courant d'aimantation déterminé au moment du rapprochement de cette tige du barreau aimanté. Quand la bobine marchera en sens inverse, c'est-à-dire de l'aimant à la ligne neutre, le courant induit sera *inverse*, et il deviendra *direct* après avoir dépassé le milieu de la tige. Ces courants sont plus forts que les courants d'aimantation et de désaimantation, comme on pourra en juger par les chiffres suivants :

Courants d'aimantation dus au rapprochement de la tige, sa bobine étant au milieu de celle-ci..	— 36
Courant dû au déplacement de la bobine, du milieu de la tige vers l'aimant.....	+ 46
Courant dû au déplacement de la bobine, du bout influencé de la tige vers le milieu de cette tige..	— 44
Courant dû au déplacement de la bobine du milieu de la tige au bout non influencé de cette tige..	+ 31
Courant dû au mouvement inverse..	— 30
Courant de désaimantation dû à l'éloignement de la tige (1)..................	+ 36

(1) Le signe — représente les courants inverses; le signe + les courants directs.

» Quand le mouvement était effectué d'un seul coup d'un bout à l'autre de l'aimant, on n'obtenait qu'un courant différentiel de 5 à 6 degrés, dont le sens variait suivant les conditions de l'expérience.

» Dans ces conditions, la tige exposée à l'action de l'aimant était donc devenue un véritable aimant.

» 2° En appliquant maintenant la tige de fer précédente contre le pôle de l'aimant, soit en bout, soit à droite, soit à gauche, il n'en a plus été ainsi. Les courants induits produits par le mouvement de la bobine ont été de même sens, quel qu'ait été le point de la tige d'où on l'a fait partir, et ils ont toujours été *inverses* quand la bobine se rapprochait de l'aimant, et *directs* quand elle s'en éloignait; dans ce cas, on pouvait conclure que l'ensemble de l'aimant et de la tige ne constituait qu'un seul aimant, ayant sa ligne neutre au point de jonction des deux pièces magnétiques; et pourtant, au point de vue des réactions polaires, la tige ne semblait être qu'un épanouissement du pôle inducteur. Dans ce cas, toutefois, les courants d'aimantation et de désaimantation exerçaient l'effet maximum. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus :

Courants d'aimantation dus au rapprochement de la tige du pôle magnétique...	— 90°
Courant dû au mouvement de la bobine, du milieu de la tige à l'aimant.......	— 56
Courant dû au mouvement inverse de la bobine..........................	+ 55
Courant dû à la continuation du mouvement de la bobine vers le bout libre de la tige	+ 68
Courant dû au mouvement inverse de la bobine....	— 70
Courant dû au mouvement de la bobine du bout libre de la tige à l'aimant......	— 90

» 3° On voit donc, d'après ces effets, que, quand le mouvement d'une bobine vers un pôle magnétique s'effectue sur une tige de fer en contact ou maintenue à distance de ce pôle magnétique, les courants produits sont de sens contraire. Toutefois, comme, dans les deux dispositions étudiées précédemment, la bobine ne se présentait pas à l'aimant dans les mêmes conditions, il était important d'examiner si les premiers effets que nous avons analysés se retrouveraient en prenant la disposition de la bobine dans la dernière série d'expériences, mais en séparant seulement le bout influencé de la tige par un intervalle de $0^{m},015$, égal à celui des premières expériences. Or, voici les résultats que j'ai obtenus :

Courant d'aimantation dû au rapprochement de la tige du pôle magnétique.....	— 65°
Courant dû au mouvement de la bobine du milieu de la tige à l'aimant........	+ 7
Courant dû au mouvement inverse de la bobine..........................	— 8
Courant dû à la continuation de ce mouvement vers le bout libre de la tige....	+ 55
Courant dû au mouvement inverse de la bobine..........................	— 51
Courant de désaimantation..	+ 70

» On voit que les effets sont produits dans le même sens que dans les premières expériences, mais avec des intensités bien différentes dans les deux parties du parcours de la bobine, ce que l'on conçoit d'ailleurs facilement, si l'on considère que dans ces dernières expériences les courants induits dus aux mouvements de la bobine, du milieu de la tige vers l'aimant, et de celui-ci vers le milieu de cette tige, étaient combattus par ceux qui devaient provenir de la réaction échangée directement entre l'aimant et le fil de l'hélice et qui étaient de sens contraire. Comme cette réaction contraire se trouvait effacée dans la seconde moitié du parcours de la bobine entre le milieu et le bout libre de la tige, les courants devaient être beaucoup plus énergiques, et c'est en effet ce que l'expérience a démontré. D'un autre côté, il faut considérer que, dans les premières expériences, les courants induits dus aux réactions échangées entre le pôle magnétique et les spires de la bobine, au lieu de s'exercer en sens contraire, comme dans les expériences précédentes, s'exerçaient dans le même sens, ainsi que le démontrent les expériences suivantes.

» 4° Si l'on prend la bobine employée dans les expériences précédentes et qu'on la fasse mouvoir devant le pôle magnétique de manière que la circonférence entière de l'hélice soit exposée à l'induction de l'aimant, on trouve les résultats connus, c'est-à-dire des courants *inverses* au moment du rapprochement, et des courants *directs* au moment de l'éloignement, et l'effet est le même, quel que soit le côté du pôle magnétique devant lequel l'action est produite. Dans mes expériences, ces courants étaient représentés par une déviation de 17 à 18 degrés quand le mouvement se faisait latéralement, et de 21 à 22 degrés quand il se faisait en bout.

» Mais quand l'hélice est promenée tangentiellement devant l'aimant, les effets sont tout à fait différents, et ne dépendent que du sens du mouvement.

» Ainsi, dans le mouvement de droite à gauche vers l'aimant, mouvement qui, dans l'expérience précédente, avait donné lieu à un courant inverse, j'ai obtenu un courant *direct* de + 8 degrés, et ce courant devenait inverse quand le mouvement était effectué en sens contraire.

» 5° Jusqu'à présent, il n'a été question des effets d'induction résultant des mouvements tangentiels que jusqu'à l'axe de l'inducteur, et il était important de voir ce qu'ils devenaient au delà de cet axe quand le mouvement se continuait, ce qui est le cas des bobines induites dans les machines magnéto-électriques nouvelles. Si l'on considère que l'action d'un pôle magnétique sur une bobine d'induction ou sur un électro-aimant droit

donne lieu à des courants diamétralement opposés, suivant qu'il agit à un bout ou à l'autre de ces organes, on peut prévoir immédiatement que les courants provenant du mouvement tangentiel en question, d'un côté et de l'autre de l'inducteur, doivent toujours être de même sens, puisque les courants inverses qui devraient se manifester se trouvent provoqués par une réaction effectuée sur un bout différent de l'hélice induite. C'est, en effet, ce que l'expérience démontre, non-seulement dans le cas de la bobine seule, mais encore dans celui de la bobine courant sur la tige de fer doux exposée par sa partie moyenne à l'action de l'aimant. Dans le premier cas, les courants induits fournissent, pour le mouvement de droite à gauche, des déviations de + 8° dans la première moitié du parcours, et de + 5° dans la seconde moitié. Dans le second cas, ces déviations atteindront + 22° dans la première moitié du parcours, et + 30° dans la seconde moitié, en admettant, dans les deux cas, qu'on arrête le mouvement en face du pôle inducteur.

» 6° Il est encore une autre sorte de réaction qui se produit dans les appareils où des systèmes électromagnétiques se meuvent devant des aimants et que je devais étudier pour réunir tous les documents nécessaires à l'explication des effets produits dans les nouveaux générateurs dynamo-électriques : ce sont les réactions qui résultent des interversions de polarités déterminées dans un noyau magnétique sous l'influence du déplacement de celui-ci devant l'inducteur. Les courants qui en résultent, et auxquels j'ai donné le nom de *courants d'interversions polaires* lors de mes recherches à ce sujet en 1872, peuvent être étudiés d'une manière assez facile en faisant glisser sur l'extrémité polaire d'un électro-aimant droit un barreau aimanté un peu énergique. Si l'on fait l'expérience, on reconnaît que le courant résultant de ce mouvement est un courant qui dure tout le temps du mouvement de glissement et qui est de sens contraire à celui qui est résulté du rapprochement du pôle magnétique de la tige. Il est donc, par le fait, *direct* par rapport au courant magnétique de l'aimant inducteur, et voici les résultats que j'ai obtenus :

	Bobine placée	
	près de l'aimant.	à 20 centimètres de l'aimant.
Courant d'aimantation résultant du rapprochement du pôle magnétique sud de l'électro-aimant droit constitué par la tige de fer employée dans les précédentes expériences.	— 90°	— 37°
Courant dû au glissement de l'aimant sur cet électro-aimant depuis le pôle sud jusqu'à la ligne neutre............	+ 90	+ 45
Courant dû au même glissement prolongé de la ligne neutre jusqu'au pôle nord...............................	+ 90	+ 34

	Bobine placée	
	près de l'aimant.	à 20 centimètres de l'aimant.
Courant dû au mouvement inverse depuis le pôle nord jusqu'à la ligne neutre..........................	— 90°	— 33°
Courant dû à la continuation de ce mouvement jusqu'au pôle sud....................................	— 90	— 47
Courant de désaimantation dû à l'éloignement de l'aimant..	+ 90	+ 40

» Ces courants sont, comme on le voit, les plus énergiques, et ils se produisent dans le même sens que ceux qui ont été primitivement étudiés, si l'on suppose que, dans la première série d'expériences, le noyau magnétique, au lieu de rester fixe, accompagne la bobine dans son mouvement.

» Dans ces courants sont compris ceux qui résultent de l'action de l'aimant sur la bobine et qui donnent seuls les déviations suivantes pour les différentes expériences qui précèdent :

	Bobine	
	placée contre l'aimant.	à 20 centimètres de l'aimant.
1......................	— 18°	— 1°
2......................	+ 16	+ 1
3......................	+ 21	+ $\frac{1}{2}$
4......................	— 19	— 1
5......................	— 18	— 2
6......................	+ 16	+ 2

» Il résulte de ces différents effets que, si une tige de fer recouverte d'une bobine se déplace suivant son axe devant un pôle magnétique, il se produira une série de courants induits de même sens qui se succéderont tant que durera le mouvement, c'est-à-dire d'un bout à l'autre de la tige; mais cet effet ne pourra se manifester, sans une disposition particulière de l'hélice, sur un anneau entièrement enveloppé par cette hélice, car, dans ce cas, les deux parties opposées de l'anneau sont polarisées dans un sens différent, même sous l'influence d'un seul pôle inducteur, et comme l'hélice se trouve enroulée dans un sens diffé ent par rapport aux deux résultantes correspondant aux lignes neutres, les courants induits qui se produiraient alors seraient égaux et contraires. C'est à cause de cette réaction que M. Gramme a été obligé de diviser l'hélice de son anneau en sections et de les relier au circuit par des dérivations aboutissant à un collecteur. Il est à remarquer d'ailleurs que les courants induits en jeu dans cette machine sont constitués : 1° par ceux qui résultent du mouvement des spires induites devant l'inducteur, 2° par ceux qui sont déterminés par les interversions

des polarités de l'anneau de fer, car celui-ci tourne avec les hélices; mais les effets sont les mêmes que si ces hélices se déplaçaient sur un anneau fixe ayant des polarités déterminées et constantes. »

PHYSIQUE. — *Observations à propos d'un récent Ouvrage de M.* G. Planté, *intitulé « Recherches sur l'électricité »*; par M. **Edm. Becquerel.**

« Je rappellerai que les courants secondaires qui font l'objet principal de cet Ouvrage ont été observés d'abord par Gautherot en 1801, peu après la découverte de la pile, et par Ritter, qui construisit des piles dites *secondaires*. Ces courants, dont on ignorait d'abord la cause, sont dus aux réactions électrochimiques produites par les éléments gazeux ou autres dont se recouvrent les lames décomposantes qui ont servi à transmettre un courant électrique dans un liquide décomposable. Cette origine électrochimique a été démontrée par mon père, qui prouva que les effets secondaires étaient la cause de l'affaiblissement du courant électrique donné par les piles simples, et le conduisit, en 1829, à la découverte de la pile à sulfate de cuivre et des piles à deux liquides, piles dites *à courants constants*, aujourd'hui en usage dans toutes les recherches scientifiques et dans les applications diverses de l'électricité (1).

» M. Gaston Planté a fait de très-intéressantes recherches sur les courants secondaires, en montrant que, avec des électrodes en plomb placées dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, le peroxyde de plomb qui s'accumule au pôle positif par l'action d'un courant primaire donne des couples secondaires dont la force électromotrice est d'une fois et demie celle des couples à acide nitrique. Dès lors, une pile secondaire de huit cents couples de ce genre, que l'on charge aisément à l'aide de deux couples à acide nitrique seulement, peut donner des effets de tension égaux à ceux que donnerait une pile de douze cents couples à acide nitrique. Ces courants sont temporaires, il est vrai, et cet appareil fonctionne comme une espèce de condensateur des courants voltaïques, mais ils ont une durée suffisante pour produire des effets mécaniques, calorifiques et lumineux d'une grande puissance, comme le montrent les recherches importantes de M. Planté et les applications nombreuses qu'il en a faites. »

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLI, p. 24; 1829.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les formes hémiédriques des aluns.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un octaèdre d'alun portant quatre faces lisses et quatre faces rugueuses, disposées de façon à représenter la réunion de deux tétraèdres inverses, ce qui, à ma connaissance, n'avait pas été encore observé.

» Cette pièce a été obtenue en plongeant pendant quelques heures un octaèdre d'alun chromo-potassique dans une solution légèrement sursaturée d'alun alumino-ammoniacal basique, c'est-à-dire donnant des cubes par une cristallisation lente. »

PHYSIQUE. — *Résistance au changement d'état des faces cristallines en présence de leur eau mère.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Guidé par des considérations théoriques, j'ai fait autrefois de nombreuses expériences qui m'ont paru démontrer, entre autres choses, que :

» 1° L'action des différents cristaux isomorphes n'est pas la même sur la solution de l'un d'eux ;

» 2° Le passage de l'état de très-lente dissolution d'une surface cristalline à celui de très-lent accroissement ne s'opère pas brusquement, par suite d'un changement extrêmement petit dans la concentration de la liqueur, mais que toute face reste intacte, sans perdre ni gagner de substance, au sein d'une eau mère dont la teneur varie entre certaines limites, peu étendues, il est vrai, mais facilement observables ;

» 3° La résistance au changement d'état se modifie indépendamment pour chaque système de faces, de façon qu'une altération dans les conditions extérieures (changement de composition du liquide, variation thermométrique, etc.) entraîne le plus souvent une altération du rapport des résistances de deux systèmes de faces donnés ;

» 4° Contrairement à l'opinion de quelques savants, il n'existe point d'équilibre mobile entre une face cristalline et son eau mère, pas d'échange continuel de molécules, mais seulement une érosion ou un dépôt continu et, entre les limites de la résistance au changement d'état, ni érosion ni dépôt.

» Il y a quelques mois, M. P. Klocke a publié à Fribourg un travail

dont les conclusions lui ont paru contraires à mes résultats, principalement en ce qui concerne la résistance au changement d'état. Je crois cependant que les faits annoncés par M. Klocke ne sont pas incompatibles, comme il le pense, avec ce que j'avais trouvé, car il faut avoir égard à la diversité des conditions dans lesquelles nous avons opéré. Ainsi, j'ai avancé autrefois qu'un cristal d'alun de chrome, recouvert d'alun ordinaire, peut perdre par érosion lente sa couche protectrice sans être sensiblement dissous, et que, si l'on concentre ensuite lentement la liqueur, il se dépose de l'alun blanc dans les seuls endroits où il reste encore des portions du revêtement primitif. M. Klocke a trouvé que l'alun de chrome se dissout assez rapidement au milieu d'une solution saturée d'alun blanc. Dans les conditions où M. Klocke a opéré, c'est-à-dire avec une solution neutre (donnant des octaèdres), j'ai également constaté depuis longtemps une érosion de l'alun de chrome, peu rapide cependant, car, autant que ma mémoire est fidèle, elle ne dépassait guère 2 ou 3 milligrammes par vingt-quatre heures pour un cristal de 1 gramme.

» Mais quand on emploie une solution basique d'alun blanc, donnant des cubes, l'effet est notablement différent; on dénude alors l'alun de chrome (préalablement recouvert d'alun blanc) sans l'altérer visiblement; puis, en concentrant avec précaution, on opère un dépôt sur les parties encore cachées par l'alun blanc, tandis que la surface de l'alun de chrome reste libre.

» Si l'attaque du revêtement d'alun blanc est un peu trop rapide, il y a érosion de l'alun de chrome, mais elle paraît se limiter d'abord exclusivement aux faces cubiques; il se forme ainsi de véritables sections des pointes de l'octaèdre d'alun de chrome, donnant naissance à des faces cubiques rugueuses, pendant que les faces octaédriques ne montrent aucun signe d'érosion.

» Si donc il est permis d'admettre à la rigueur une très-lente dissolution de l'alun de chrome dans l'alun alumino-ammoniacal basique saturé, cette dissolution porte sur les faces cubiques, et le principe de la résistance au changement d'état me paraît encore suffisamment établi par l'inaltérabilité des faces octaédriques.

» Pour mener à bien ces sortes d'expériences, on doit opérer dans un local dont la température varie à peine de quelques centièmes de degré par jour. Comme les dépôts, ou érosions, doivent être conduits avec de grandes précautions, chaque essai exige beaucoup de temps, généralement des mois et parfois des années. J'ai travaillé dans un caveau profond,

creusé sous un épais rocher et fermé par de doubles portes. Comment M. Klocke a-t-il pu réaliser d'aussi délicates expériences, en quelques minutes, dans un laboratoire dont il dit seulement que la température ne variait presque pas ? C'est ce que je ne m'explique pas bien.

» Enfin, il est une preuve de la résistance au changement d'état plus directe et plus concluante peut-être que celle qui résulte de l'action des cristaux isomorphes.

» Plaçons un cubo-octaèdre d'alun alumino-ammoniacal dans une solution saturée du même sel rendue basique par l'addition d'un peu d'ammoniaque; ajoutons ensuite chaque jour quelques gouttes de solution très-légèrement sursaturée du même alun. Nous observerons qu'un dépôt se formera sur les faces octaédriques, tandis que les distances entre les centres des faces cubiques opposées ne varieront nullement. Les faces cubiques seront absolument inertes, grâce à leur plus grande résistance au changement d'état. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur une modification qui vient d'être faite à l'écluse de l'Aubois, et qui permet de supprimer le mouvement alternatif des bateaux dans le sas.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« On a modifié à l'écluse de l'Aubois le bassin d'épargne de manière à réaliser, autant que le permettaient les constructions existantes, les perfectionnements indiqués dans mes Notes présentées à l'Académie des Sciences les 10 et 17 décembre 1877 et publiées dans les *Comptes rendus*. Il n'y a plus aucune communication entre le bief d'aval et le bassin d'épargne, dont les sections sont beaucoup moindres que celles de l'écluse et pourront probablement encore être réduites au moyen d'un barrage à poutrelles, dont il sera facile de changer la place. Les parois de ce bassin ont été convenablement exhaussées, et l'on a disposé à son intérieur, contre les poutrelles, un *brise-lames* formé de moellons bruts posés les uns sur les autres sans maçonnerie et formant un talus de $1^m,46$ de haut et de $3^m,20$ de long. Cette longueur sera augmentée pour diminuer encore mieux les ondulations dans le bassin d'épargne. Mais, dans l'état où il est, il brise déjà les ondes d'une manière satisfaisante. On peut voir au besoin, pour se rendre mieux compte de ces expériences, les dessins à l'échelle qui se trouvent sur les *Pl. XV* et *XVI* du *Cours de navigation intérieure* de M. de Lagrené. Les expériences sur le rendement mentionnées dans cet Ouvrage ont été faites principalement avec un bassin d'épargne toujours

en communication avec le bief d'aval, c'est-à-dire réduit en général à n'être qu'un simple fossé de décharge. Il fallait alors beaucoup plus de périodes de l'appareil, soit pour le remplissage, soit pour la vidange de l'écluse, et il fallait prendre, pour éviter le mouvement des bateaux dans le sas, certaines précautions, d'autant plus nécessaires que les cordes de retenue de ces bateaux étaient plus détériorées par l'usage. Voici de quelle manière se fait maintenant la manœuvre.

Je suppose l'écluse remplie une première fois. On commence à faire fonctionner l'appareil de vidange pendant quatre périodes, dont on pourra peut-être même encore diminuer le nombre. On laisse ensuite le tube de décharge levé, afin qu'il se produise une grande oscillation de l'écluse dans le bassin d'épargne, où l'eau monte notablement plus haut que le niveau auquel elle descend dans le sas. On est averti de la fin de cette oscillation par une sonnette automatique, et l'on baisse ce tube de décharge, dit *tube d'aval,* afin qu'en reposant sur son siége il interrompe toute communication entre le bassin d'épargne et l'écluse, qu'on achève de vider par les moyens ordinaires. Pour remplir le sas, on lève le tube d'*aval,* ce qui permet de produire une grande oscillation de remplissage, au moyen de laquelle l'eau monte dans l'écluse notablement au-dessus du niveau auquel elle descend dans le bassin d'épargne. On fait ensuite fonctionner l'appareil de remplissage pendant trois ou quatre périodes, pour achever de faire redescendre le niveau de l'eau du bassin d'épargne jusqu'à celui du bief d'aval, ou même un peu au-dessous; on baisse alors le tube d'aval et l'on achève de remplir l'écluse, soit au moyen du tube d'*amont*, soit au moyen des ventelles ordinaires, soit par ces deux moyens si l'on veut accélérer le service.

» Il est bien à remarquer, soit pour le remplissage, soit pour la vidange, que les époques auxquelles fonctionne l'appareil, à périodes réduites d'ailleurs à trois ou quatre, sont fixées de manière que le bateau a au-dessous de lui un *matelas* d'eau d'une hauteur assez considérable, ce qui, joint à la diminution du nombre de périodes de l'appareil proprement dit, est une cause de diminution dans le mouvement alternatif des bateaux. L'expérience d'ailleurs a appris que les grandes oscillations initiales et finales précitées ne donnent lieu à aucune agitation de ce genre, faisant descendre ou monter les bateaux avec tout le calme désirable.

» Quand il s'agit de remplir une première fois l'écluse, on peut le faire au moyen de l'appareil sans la grande oscillation initiale précitée, puisque d'ailleurs le niveau n'est pas encore relevé dans le bassin d'épargne. Mais,

comme il faut alors prendre des précautions pour empêcher de se rompre les cordes de retenue quand elles ne sont pas neuves, il pourra être quelquefois convenable de remplir une première fois l'écluse par les moyens ordinaires.

» Dans une autre localité, le coude arrondi sera disposé au-dessous du tube d'*aval*, au lieu d'être disposé, comme à l'Aubois, au-dessous du tube d'*amont;* on pourra probablement se dispenser de faire fonctionner ce dernier tube, comme je l'ai expliqué dans ma Note précitée du 17 décembre 1877; on pourra peut-être même supprimer entièrement le tube d'amont, surtout dans le cas où l'on augmenterait le diamètre du grand tuyau de conduite.

» Mais sans entrer aujourd'hui dans les détails de ce genre et me bornant à parler de ce qui est déjà exécuté, je dirai que les manœuvres dont je viens de parler n'exigent que l'emploi d'un seul homme, averti d'ailleurs en temps utiles par une sonnette automatique. Pour que l'eau soit mieux gardée dans le bassin d'épargne, il reste à faire quelques petits travaux, qui ne pourront être exécutés qu'à l'époque du chômage du canal et dans le détail desquels je n'entre pas ici, d'autant plus que, dans l'état actuel des choses, le rendement est satisfaisant et les manœuvres sont faciles. Ce rendement sera d'ailleurs sensiblement augmenté quand le *brise-lames* éteindra mieux les ondulations qui, se promenant d'une extrémité à l'autre du bassin d'épargne, peuvent encore, dans l'état actuel des choses, gêner l'écoulement alternatif qui se fait par le grand tuyau de conduite. On peut voir, au moyen des dessins de l'Ouvrage précité de M. de Lagrené, que la disposition générale, objet de cette Note, simplifie beaucoup les travaux de construction du système; il sera, par conséquent, beaucoup moins coûteux à établir qu'on ne l'avait pensé d'abord pour les autres localités où il sera appliqué.

» Dans l'état actuel des choses, les manœuvres peuvent être faites de manière que la percussion des tubes mobiles sur leurs siéges soit assez faible pour que leur bruit se confonde avec celui de l'eau. Cependant on peut être bien aise de supprimer toute chance de percussion pouvant provenir de la faute de l'éclusier. C'est ce qu'il est facile d'obtenir au moyen d'un *frein hydraulique* très-simple.

» Il faut que ce frein soit disposé de manière à amortir le choc du tube sur son siége, mais que, à l'époque où le tube est descendu sur ce siége, il ne mette aucun obstacle à l'adhérence qui doit empêcher la perte d'eau; or, c'est ce qu'il est facile d'obtenir par le moyen suivant. Je suppose

qu'un disque horizontal soit tiré de bas en haut dans un vase cylindrique rempli d'eau et portant un couvercle, dans lequel passe la tige verticale de ce disque, cette tige étant d'ailleurs convenablement guidée par les moyens connus. Il est clair que, si à la fin de sa course descendante le tube, un peu avant d'atteindre son siége, tend une corde disposée à l'extrémité du grand bras de son balancier, le disque, tiré *brusquement* de bas en haut, éprouvera une très-grande résistance, parce que l'eau qui est au-dessus de lui sera obligée de passer au-dessous, par l'intervalle plus ou moins resserré compris entre le pourtour du disque et les parois du cylindre rempli de ce liquide. La résistance qui en résultera sera, si l'on veut, bien suffisante pour amortir le choc du tube sur son siége, c'est-à-dire pour le rendre tout à fait insignifiant. Il est bien à remarquer qu'à partir de l'instant où le tube reposera sur son siége le phénomène *d'étranglement* qui aura amorti le choc n'aura plus aucune action pour empêcher ce tube d'adhérer sur son siége, en vertu des pressions convenablement ménagées pour assurer cette adhérence, pendant tout le temps où elle sera utile. Lorsque le tube devra se relever, en vertu des conditions générales du système, le disque aura, pour retomber par son propre poids, toute la durée du temps pendant lequel le tube se lèvera, restera levé et redescendra jusqu'à l'époque où le disque devra être saisi par la corde, qui sera tendue comme je viens de l'expliquer. Si la résistance éprouvée par le disque, dans l'eau du vase où il doit redescendre alternativement, l'empêche de descendre assez vite, il sera facile d'obvier à cet inconvénient au moyen d'un ou deux clapets qui, en s'ouvrant de bas en haut sur ce disque, faciliteront sa descente, mais qui, s'étant refermés quand le disque remontera, permettront au phénomène *d'étranglement* précité de produire tout son effet pour amortir la percussion des tubes.

» Ce système de *frein hydraulique* pourra être appliqué à d'autres appareils de mon invention, qu'il serait trop long de rappeler ici. J'ai fait, à ce sujet, quelques études préliminaires avec M. Bertin, ingénieur des constructions navales. Nous avons constaté que des poids considérables tombant d'assez grandes hauteurs ne pouvaient écraser des noisettes quand leurs chocs étaient amortis par l'effet de l'étranglement d'une veine liquide annulaire, ces corps tombant dans un vase rempli d'eau d'une section un peu plus grande que la leur. Ces expériences vont être prochainement variées de diverses manières; mais on peut affirmer dès aujourd'hui qu'il ne doit rester aucune crainte relativement aux effets de la percussion des tubes mobiles analogues à ceux de l'Aubois, d'autant plus que, les balan-

ciers étant assez longs, on a toute la facilité nécessaire pour que les mouvements généraux s'exécutent et que cependant le chemin parcouru par le disque, à l'époque où sa corde sera tendue, ne soit pas très-petit pour une fraction très-petite de la course des tubes à la fin de leur descente. »

MÉDECINE. — *Réflexions sur la Communication faite par M.* de Lesseps, *concernant la contagion de la peste;* par M. **Bouillaud.**

« Dans la grave question qui vient d'être soulevée, il me semble que la Section de cette Académie à laquelle j'appartiens ne peut se dispenser de dire quelques mots.

» Depuis des siècles, depuis la peste d'Athènes entre autres, racontée par Thucydide, jusqu'à l'époque où nous vivons, le mode de production et de propagation de ce *mal qui répand la terreur,* et de ses semblables, a été résolu d'une manière différente, contraire même. La doctrine que soutient M. de Lesseps, savoir que la peste ne se contracte pas par le contact des personnes ou des objets regardés comme suspects, est celle que Chervin, en ce qui concerne la fièvre jaune, parvint, après des travaux d'une persévérance héroïque, à faire triompher. Alors le système des quarantaines fut, pour un certain temps, supprimé. Cette doctrine est-elle vraie? Aujourd'hui, généralement, c'est l'opinion opposée qui triomphe, et les quarantaines sont rétablies depuis déjà bien des années.

» J'ai, pour ma part, étudié la question de la contagion en ce qui concerne le choléra de Paris, où il fit sa première apparition pendant les années 1831-1832, et avec lequel je me suis trouvé en présence, à différentes reprises. Il est certain que, dans l'épidémie qui a eu lieu à Paris, en 1831-1832, je n'ai pas trouvé de faits qui m'aient convaincu que la maladie s'était *communiquée par voie de contact* proprement dit. A cette époque-là, il s'était formé dans Paris des Commissions assez multipliées dans laquelle on soutenait la contagion : elles échouèrent et ne tardèrent pas à se dissoudre.

» Depuis cette époque, dans les nombreuses épidémies nouvelles de choléra qui ont été observées, l'opinion de la contagion de cette maladie a triomphé, et aujourd'hui elle compte en sa faveur une imposante majorité. Je laisse, pour le moment, cette question en réserve, car il serait trop long de la discuter à fond. Mais je dois rappeler que, dans ces derniers temps, les mémorables recherches de M. Pasteur sur les organismes inférieurs, en tant que considérés comme agents de contagion, ont vrai-

ment changé la face des choses, en matière de ce mode de transmission de certaines maladies.

» Revenons à la contagion de la peste en particulier, sur laquelle porte la Communication de M. de Lesseps. Après avoir parlé des grandes mesures que prend en ce moment Marseille à propos de la peste, qui est apparue récemment dans une contrée fort éloignée de la France, M. de Lesseps dit qu'il ne comprend pas que *cette reine de la Méditerranée songe à arrêter sa prospérité et à effrayer le public, au lieu de le rassurer, par des mesures que l'expérience, après de longues discussions, avait semblé condamner.* Il cite, à l'appui de son opinion contre la contagion, les faits qui se sont passés sous ses yeux lorsqu'il était représentant de la France et président du Conseil de santé en Égypte, pendant la grande peste de 1834-1835.

» C'est bien ici l'occasion de rappeler l'épidémie de cette maladie qui sévit, à Jaffa, sur la glorieuse armée française, envoyée en Égypte vers la fin du siècle dernier. L'idée de la contagion de cette maladie, généralement répandue, inspirait une frayeur qu'il importait de calmer. Ce fut alors que Desgenettes, médecin en chef de l'expédition, se signala par un acte de courage, digne de parvenir à la postérité la plus reculée, comme l'a dit Pinel, à l'article PESTE de sa *Nosographie philosophique.* Cet acte fut celui de s'être inoculé la peste, en présence de l'armée, pour montrer que cette maladie n'était pas contagieuse. Ce fut dans la même intention généreuse que l'immortel général en chef de l'armée d'Orient fit sa célèbre visite à l'hôpital des pestiférés de Jaffa, visite dont un peintre illustre nous a conservé le noble souvenir. Il ne craignit point de porter la main sur des bubons pestilentiels, et même, comme le rapporte Desgenettes, d'aider à transporter le cadavre d'un soldat qui venait de mourir de la peste. Ni le général en chef ni le médecin en chef de l'armée d'Égypte, grâce à Dieu, ne contractèrent cette maladie.

» On sait, d'ailleurs, que ce fléau, endémique dans la Basse-Égypte, ne sévit jamais sur la Haute-Égypte, bien que les communications entre ces deux parties restent libres.

» En dépit de ces deux grandes expériences historiques, rapportées ci-dessus, et de celles rapportées par M. de Lesseps, le système de la contagion de la peste, tel qu'il était enseigné auparavant, n'en a pas moins continné de régner jusqu'à l'époque où, pour un certain temps seulement, les recherches de Chervin le renversèrent.

» Ainsi que je l'ai dit plus haut, ce système, non-seulement à l'égard de la peste, mais aussi à l'égard de la fièvre jaune ou typhus américain, du

typhus d'Europe et du choléra, est celui qui triomphe aujourd'hui, et voilà pourquoi Marseille s'apprête à se préserver de la peste, qui vient, à ce qu'on assure, de faire une nouvelle apparition dans des contrées lointaines. Quoi qu'il en soit de l'importation de ce fléau et de ses semblables, leur *contagion dans les foyers qui les engendrent, sous la forme épidémique*, ne saurait être sérieusement contestée.

» Ce qu'il importe surtout aujourd'hui d'étudier par tous les moyens de précision possibles, c'est le *principe*, l'*agent*, le *contagium* qui les engendre. Ce n'est pas assez, en effet, que de savoir d'où provient le fléau, il faut encore savoir ce qui le produit dans les lieux de sa provenance. La peste est *endémique* dans la Basse-Égypte; la fièvre jaune est *endémique* en certains lieux de l'Amérique; le typhus européen est en quelque sorte *endémique* dans tous les lieux encombrés et infectés de matières putrides (typhus des camps, des hôpitaux, des navires, etc.). Mais, dans ces diverses circonstances, quel est, pour chacun de ces fléaux, le *principe spécifique*, le *miasme*, le *vibrion* qui leur donne naissance? Tel est le grand problème sur lequel nous ne possédons encore que les données les plus insuffisantes.

» Cela posé, je ne saurais, pour ma part, désapprouver l'envoi de médecins dans les contrées où l'on dit que la peste sévit aujourd'hui, ni les précautions qui, dans de justes mesures, seraient prises pour préserver de ce fléau les autres contrées du monde, et notre Europe en particulier. C'est bien le cas de rapporter ici ce proverbe un peu vulgaire : *La prudence est la mère de la sûreté*. »

M. de Lesseps présente à l'Académie, comme il l'avait annoncé dans la séance précédente, la série des Rapports qu'il a adressés d'Alexandrie au Ministère des Affaires étrangères pendant la grande épidémie de peste qui a sévi en Égypte dans les années 1834 et 1835 (¹).

« A cette époque, dit M. de Lesseps, cette maladie n'avait point paru pendant dix ans, et depuis lors elle ne s'est montrée dans aucune province de l'Égypte ni dans aucun des lazarets de la côte de la Méditerranée ou de la mer Rouge.

» On pourra remarquer dans mes Rapports que, devant suivre l'opinion

(¹) Dans le *Compte rendu* de la séance précédente, à la page 325, à la ligne 13, *au lieu de* quarante-cinq mille personnes, *il faut lire* quinze mille personnes, et à la ligne 14, *au lieu de* en Asie, *il faut lire* au Caire.

commune sur la contagion, en ma qualité de président de la Commission sanitaire, je fis d'abord entourer Alexandrie d'un cordon de troupes, pour empêcher toute communication avec l'intérieur du pays. Sur la nouvelle de l'établissement de ce cordon, quatre cents familles quittèrent la ville sans communiquer l'épidémie dans les endroits où elles se sont arrêtées.

» Mais plus tard, lorsque la peste commença à sévir au Caire, le cordon sanitaire fut supprimé, et dès lors l'épidémie commença à diminuer à Alexandrie, lorsqu'elle sévissait cruellement au Caire.

» La Section de Médecine de l'Académie pourra peut-être profiter de mes observations et de celles qui ont fait l'objet d'une publication du Dr Clot-Bey, pour examiner cette question fort intéressante et en tirer une conclusion qui pourra contribuer à diminuer les craintes que l'idée de la peste inspire aux populations et démontrer l'inutilité de précautions nuisibles. »

(Ces documents seront transmis à la Section de Médecine et Chirurgie, à laquelle MM. Pasteur, Bouley, Larrey sont priés de s'adjoindre.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Hansen*, de Gotha.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Stéphan obtient.	41	suffrages.
M. Dubois »	1	»
M. Fleuriais »	1	»
M. Gruey »	1	»

M. **Stéphan**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le latex pendant l'évolution germinative du* Tragopogon porrifolius, *effectuée dans des conditions diverses de milieu extérieur.* Mémoire de M. E. **Faivre**, présenté par M. P. Duchartre. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem)

« L'action de l'obscurité et de la lumière, celle de l'air libre ou confiné, à diverses températures, l'action de quelques sols, de l'oxygène,

de l'acide carbonique ont fait successivement l'objet de nos recherches.

» Si l'évolution germinative s'accomplit à l'obscurité, les plantules accusent de plus en plus les effets de l'étiolement, et, ce qu'il importe de signaler, le latex y diminue successivement et finit par disparaître, comme disparaît, dans ces conditions, la réserve amylacée; cette diminution et cette disparition du latex se constatent par les coupes et par l'examen histologique.

» Elles ont également lieu, soit dans le cas de germination entièrement effectuée à l'obscurité, soit dans le cas de plantules développées d'abord à la lumière et chlorophyllées, puis placées dans un milieu obscur.

» Lorsque des plantules privées, par l'étiolement, de chlorophylle, de latex et, partiellement, de protoplasma, sont de nouveau soumises à l'influence de la lumière, la chlorophylle ne tarde pas à se reconstituer, et un travail de réparation générale s'effectue; le latex se reforme consécutivement à ce travail, après la chlorophylle et le protoplasma, et d'autant plus lentement que la température est moins élevée.

» Les études faites sur l'influence des rayons colorés ont appris qu'à l'action des rayons jaunes se rattachent spécialement les phénomènes d'assimilation, le verdissement de la chlorophylle, la production à l'intérieur de ces grains d'amidon, de sucre, de graisse. La formation du latex, comme celle de l'amidon dans la chlorophylle, dépend-elle plus particulièrement de l'influence des rayons jaunes? Pour être fixé à cet égard, nous avons fait germer, dans les mêmes conditions, des graines qu'éclairaient, pendant leur évolution, la lumière jaune et la lumière bleue produites par le passage des rayons à travers des solutions de bichromate de potasse et d'oxyde de cuivre ammoniacal.

» Ces graines, soumises à l'action de la lumière jaune, ont toujours germé les premières, développé plus promptement et plus complétement leur chlorophylle et formé un latex plus abondant pendant la durée de leur végétation.

» En étudiant les effets, à différentes températures, de l'air confiné sur l'évolution des plantules et la formation du latex, nous sommes arrivé aux résultats suivants, qui rapprochent, au point de vue fonctionnel, le latex et les matières assimilables de réserve :

» En nous plaçant dans des conditions déterminées et combinées d'aération et de température pendant l'évolution germinative, nous sommes parvenu à réaliser, soit la destruction, soit une plus grande production du latex, et à déterminer des effets semblables à l'égard des réserves amylacées.

» Si les plantules se développent à la lumière, à l'air confiné et à une température plus élevée, elles subissent un étiolement, mais un étiolement incomplet, avec conservation de la chlorophylle.

» Dans cette condition, où la croissance est extrême, on constate la disparition successive du latex, comme on constate celle de l'amidon, si l'on a placé, dans les mêmes conditions, une plante à réserve amylacée.

» Si l'évolution germinative des plantules s'effectue à l'air libre et à une température basse, au lieu de s'appauvrir en latex, ces plantules s'enrichissent sous ce rapport; une lente élaboration y accumule, pour ainsi dire, le latex, la chlorophylle, le protoplasma.

» L'expérience, répétée sur des Haricots, nous a appris que, dans les conditions où le latex devient plus abondant, il en est de même de la réserve amylacée.

» L'influence d'une rapide ou d'une lente croissance sur l'appauvrissement ou l'enrichissement en latex se constate aussi par des semis faits dans des sols riches et pauvres, comme le fumier et le sable calciné; les plantules se développent très-rapidement dans le premier sol et le latex y subit une diminution successive; l'inverse a lieu à l'égard des plantules lentement formées et peu développées du sable calciné.

» Signalons encore deux conditions dans lesquelles nous avons observé la disparition du latex, dans toute l'étendue des plantules : la germination dans l'oxygène et dans un mélange d'air et d'acide carbonique au dixième. Sous l'influence de l'oxygène, le latex se constitue d'abord comme dans les conditions ordinaires; ultérieurement, en altérant les plantules, l'oxygène amène la disparition du latex qu'elles renferment.

» Nous avons fait connaître diverses influences qui peuvent déterminer, pendant l'évolution germinale du *Tragopogon porrifolius*, soit la destruction, soit la formation plus abondante du latex.

» Nous avons montré combien, sous ce rapport, le rapprochement, au point de vue physiologique, est intime entre le latex et les matières assimilables de réserve; nous sommes donc conduit par ces expériences à considérer le latex comme une de ces matières assimilables; nous y sommes également conduit, et par l'absence de toute autre matière de réserve chez nos plantules, et par la constitution histologique du latex qu'elles renferment à partir du début de leur évolution germinative. »

M. A. Lemoine adresse une Note relative à la prévision du temps.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. **Potagos** adresse une Note relative aux lois qui régissent les phénomènes météorologiques.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. F. **Motte** adresse un Mémoire relatif à divers perfectionnements à introduire dans la navigation à vapeur.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. P. **Clément** adresse, pour le Concours du prix Morogues, un Mémoire sur le charançon du pommier.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Laliman** adresse une Note relative à l'origine de l'introduction du Phylloxera dans les vignes européennes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Dufrénoy** adresse une Note relative aux bons effets produits par l'application de cendres noires pyriteuses dans certaines vignes malades du département de la Charente

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Martineau**, M. J. **Guerlin**, M. L. **Weiss**, M. **Sicard**, M. **Jorlan**, M. **Espagnac**, M. G. **Batiste**, M. **Escoffier**, M. **Davis**, M. **Gay** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Cambe** adresse une Note relative à un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure publiée par la Société française d'Hygiène, sous le titre « Hygiène et éducation de la première enfance ».

ASTRONOMIE. — *Observations des éclipses des satellites de Jupiter faites à l'Observatoire de Toulouse en 1878.* Note de M. B. **Baillaud.**

« Ces observations font suite à celles qui ont été publiées à diverses reprises dans les *Comptes rendus* (¹); elles ont été faites, sous la direction de M. Tisserand, par MM. Perrotin et Bigourdan. M. Perrotin s'est servi du petit équatorial de $0^m,108$ d'ouverture, et M. Bigourdan du petit télescope Foucault. Les grossissements employés ont été de 56 à l'équatorial et de 210 au télescope. Les deux observateurs sont désignés respectivement par les lettres P et B; dans la colonne relative à la nature du phénomène observé, D désigne une disparition, R une réapparition. La dernière colonne indique la correction à faire subir aux données de la *Connaissance des Temps* pour obtenir les nombres fournis par les observations.

» Voici la signification des lettres *a*, *b*, *c*,... que nous avons adoptées définitivement pour représenter les conditions dans lesquelles les observations ont été faites :

a, bonnes conditions d'observation.
b, conditions atmosphériques satisfaisantes; il fait grand jour.
c, assez bonnes conditions, clair de lune; le satellite est très-voisin de la planète.
d, images ondulantes.
f, bonnes conditions atmosphériques; le satellite est très-voisin de la planète.
g, assez bonnes conditions d'observation.
h, ciel brumeux, il fait jour.
k, ciel brumeux, clair de lune.
l, mauvaises images.
m, images médiocres.
n, images très-ondulantes, observation difficile.
p, ciel brumeux.
q, bonnes conditions atmosphériques, clair de lune.
r, images peu nettes, satellite très-voisin de Jupiter.
s, satellite très-voisin de la planète.
t, observation incertaine, conditions atmosphériques défavorables.

Date des observations.	Phénomènes.	Remarques.	Observateur.	Temps moyen de Toulouse.	Temps de la *Connaissance des Temps.*	Correction de la *Conn. des Temps.*
		Premier satellite.				
1878. Mai 16..	D	*q*	P	$12^h.58^m.10^s,0$	$13^h.\ 1^m.15^s$	$+\ 0^m.26^s$
Juin 24..	D	*a*	P	11.25.35,8	11.28.37	+ 0.29
24..	D	*a*	B	11.25.39,7	11.28.37	+ 0.34

(¹) Voir les *Comptes rendus* des 13 novembre 1876, 22 janvier 1877 et 11 février 1878.

Date des observations.		Phénomènes.	Remarques.	Observateur.	Temps moyen de Toulouse.	Temps de la *Connaissance des Temps.*	Correction de la *Conn. des Temps.*
			Premier satellite.				
					h m s	h m s	m s
1878. Juill.	17..	D	*c*	P	11.37.27,0	11.40.44	+ 0.14
	17..	D	*c*	B	11.37.29,7	11.40.44	+ 0.17
Août	9..	R	*n*	P	14. 6.57,6	14. 9.38	+ 0.51
	9..	R	*n*	B	14. 6.52,0	14. 9.38	+ 0.45
	11..	R	*q*	P	8.34.46,6	8.38.27	— 0. 9
	11..	R	*q*	B	8.34.46,4	8.38.27	— 0. 9
Sept.	3..	R	*q*	P	8.49. 7,0	8.52.37	+ 0. 1
	10..	R	*q*	P	10.44. 9,0	10.47.54	— 0.14
	19..	R	*m*	B	7. 8.36,4	7.12. 6	+ 0. 1
Oct.	12..	R	*q*	P	7.23.32,0	7.27. 3	0. 0
	12..	R	*q*	B	7.23.35.3	7.27. 3	+ 0. 3
			Deuxième satellite.				
1878. Juill.	11..	D	*a*	P	9.31.27,4	9.34.31	+ 0.27
	11..	D	*a*	B	9.31.24,5	9.34.31	+ 0.25
	18..	D	*q*	B	12. 6. 2,0	12. 9. 4	+ 0.29
Août	12..	R	*q*	P	11.57.54,4	12. 1.59	— 0.34
	12..	R	*q*	B	11.57.45,1	12. 1.59	— 0.43
Sept.	6..	R	*q*	P	9. 3.46,0	9. 7.59	— 0.42
			Troisième satellite.				
1878. Juin.	16..	D	*q*	P	13.22.51,0	13.26.36	— 0.14
Août	27..	R	*a*	P	8.48.46,6	8.55.15	— 2.57
	27..	R	*a*	B	8.48.17,8	8.55.15	— 3.26
Oct.	9..	R	*k*	P	8.56.36,0	9. 1.51	— 1.44
	9..	R	*k*	B	8.55.50,6	9. 1.51	— 2.29
			Quatrième satellite.				
1878. Juin	26..	D	*g*	P	10.35.38,6	10.41.17	— 2. 7
	26..	D	*g*	B	10.35.49,8	10.41.17	— 1.56
	26..	R	*g*	P	14.42.47,0	14.55.57	— 9.39
	26..	R	*g*	B	14.41.51,6	14.55.57	—10.34
Sept.	1..	D	*a*	P	10.56.46,2	11. 2.57	— 2.40
	1..	D	*a*	B	10.57. 6,9	11. 2.57	— 2.19
	18..	R	*p*	P	9.33. 7,0	9.44. 9	— 7.31
	18..	R	*p*	B	9.31.22,3	9.44. 9	— 9.16

ASTRONOMIE. — *Photographie directe des protubérances solaires sans l'emploi du spectroscope.* Lettre de M. CH.-W. ZENGER à M. Mouchez.

« J'ai l'honneur de vous envoyer des photographies solaires prises d'après une méthode nouvelle, qui donne des résultats très-satisfaisants.

» J'ai réussi à photographier directement, sans l'usage du spectroscope, les protubérances solaires et la couronne, chaque jour que l'état de l'atmosphère le permet. J'y suis parvenu en mettant sur la plaque sensible, avant l'exposition très-courte, une solution d'acide pyrogallique et de citrate d'argent, et par l'usage d'une couche absorbant tous les rayons dont est composée la lumière de la couronne et des protubérances solaires.

» C'est en étudiant par le spectroscope des pellicules ainsi obtenues, que j'ai constaté l'absorption de raies caractéristiques de la couronne et des protubérances, et c'est pourquoi les protubérances et la chromosphère, sur les épreuves négatives, apparaissent blanches; la couronne en est moins prononcée, seulement blanchâtre, ce qui montre que la lumière coronale est très-distincte de celles de la chromosphère et des protubérances. Si vous jugez les résultats obtenus assez intéressants, vous m'obligerez beaucoup de les montrer à l'Académie des Sciences, qui connaît déjà mes photographies agrandies de la Lune et des taches solaires.

» Je suis prêt à vous envoyer, pour l'Académie et pour l'Observatoire, autant d'exemplaires que vous voudrez, et même une collection entière des images coronales. »

MÉCANIQUE. — *Lois géométriques des déformations que produit une force appliquée en un point d'un solide indéfini, et calcul des erreurs que l'on commet lorsque, d'après les principes de la Mécanique classique, on conçoit ce point d'application déplacé d'une certaine quantité dans la direction de la force.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« D'après les formules (6) et (7) d'une Note du 17 février 1879 (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 331), une force dF, appliquée, suivant la droite prise pour axe des x, à un élément de volume $d\varpi$ d'un solide homogène et isotrope indéfini, y produit en chaque point (x, y, z) de petits déplacements u, v, w, et une dilatation cubique θ, représentés par les relations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &u = \frac{dF}{4\pi\mu}\left[\frac{1}{r} - \frac{\lambda+\mu}{2(\lambda+2\mu)}\frac{d^2r}{dx^2}\right],\quad v = -\frac{dF}{4\pi\mu}\frac{\lambda+\mu}{2(\lambda+2\mu)}\frac{d^2r}{dx\,dy},\\ &w = -\ldots,\quad \theta = \frac{dF}{4\pi(\lambda+2\mu)}\frac{d\frac{1}{r}}{dx},\end{aligned}\right.$$

dans lesquelles $r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$ est la distance du point (x, y, z) à l'élément $d\varpi$, choisi pour origine des coordonnées. Posons, pour abréger,

$\frac{dF}{4\pi\mu} = k'$, $\frac{\lambda+\mu}{2(\lambda+2\mu)}\frac{dF}{4\pi\mu} = 2k$; de plus, observons que, tout étant symétrique autour de l'axe des x, il suffit d'étudier ce qui se passe dans le plan des xy (où z et w s'annulent); enfin appelons α l'angle, compris entre zéro et π, que fait avec les x positifs le rayon r, et qui est tel, que $x = r\cos\alpha$, $y = r\sin\alpha$. Les formules (1) reviendront à

$$(2)\qquad u = \frac{k'}{r} - \frac{2k}{r}\sin^2\alpha,\quad v = \frac{2k}{r}\sin\alpha\cos\alpha,\quad \theta = -\frac{k'-4k}{r^2}\cos\alpha.$$

Celles-ci montrent que, pour les diverses molécules réparties sur la surface d'une sphère de rayon r décrite autour de l'origine comme centre, les déplacements éprouvés se composent : 1° d'une translation commune $\frac{k'}{r}$, dans le sens de la force; 2° d'un déplacement $\frac{2k}{r}\sin\alpha$, effectué suivant la direction qui fait l'angle α avec les y positifs (du côté des x négatifs), c'est-à-dire suivant la direction de la tangente au cercle $x^2 + y^2 = r^2$.

» Donc *chaque couche sphérique, ayant pour centre le point d'application de la force, avance dans le sens de celle-ci, tout en conservant sa forme et sa grandeur, d'une quantité égale au rapport de* k' *au rayon* r. Seulement, *les particules qui la constituent éprouvent sur sa surface un léger recul qui* (vu les relations $2\sin^2\alpha = 1 - \cos 2\alpha$, $2\sin\alpha\cos\alpha = \sin 2\alpha$) *se compose d'une translation commune vers les* x *négatifs, égale au quotient de* k *par* r, *et d'un mouvement, valant aussi le quotient de* k *par* r, *suivant la direction inclinée de* 2α *sur les* x *positifs*. Le centre de gravité de la couche sphérique $4\pi r^2 dr$ n'est évidemment pas changé par ce dernier mouvement, en sorte qu'il avance dans le sens de la force d'une quantité égale au rapport de $k' - k$ à r. On en déduit aisément que le déplacement moyen de toute la masse contenue dans la sphère vaut le quotient de $3(k' - k)$ par $2r$.

» Des lois très-simples régissent aussi les déformations élémentaires ∂, g. Chacune des deux dilatations linéaires produites, au point quelconque (x, y, z), suivant l'arc de méridien de la couche de rayon r et suivant un cercle parallèle de la même couche, est, à la dilatation dans le sens du rayon r et à la dilatation cubique θ, dans les rapports respectifs de $2k$ à $-k'$ et à $4k - k'$. Enfin, la petite inclinaison prise sur le méridien par le prolongement du rayon r, dans le recul relatif de la couche de rayon $r + dr$, vaut $-\theta\tang\alpha$.

» En superposant les effets produits par deux forces égales et de sens contraires, ou par deux forces de même sens et une autre opposée leur fai-

sant statiquement équilibre, on peut se rendre compte, soit des effets d'un couple, soit des erreurs que l'on commet en effectuant les réductions de forces qu'autorise la Mécanique classique des solides, et qui se ramènent à transporter chaque force en un point de sa direction ou à introduire des forces égales et directement opposées. Voyons donc quelle est l'influence de deux forces $d\mathrm{F}$, $-d\mathrm{F}$, parallèles à l'axe des x et appliquées en deux points de cet axe ayant de petites abscisses a, $-a$. Il suffira de changer successivement, dans les formules (1) développées, x en $x-a$ et en $x+a$, puis de prendre les différences des résultats et d'exprimer les radicaux en séries par la formule du binôme. Pour les points situés à des distances de l'origine très-supérieures à a, on pourra se borner aux termes du premier degré en a. Il viendra ainsi, au lieu des relations (2), en posant encore $r=\sqrt{x^2+y^2}$, $x=r\cos\alpha$, et appelant u', v', w' les nouvelles valeurs de u, v, w, pour les distinguer des précédentes (2),

$$(3)\quad \theta'=\frac{2a(k'-4k)(1-3\cos^2\alpha)}{r^3},\quad u'=-2a\theta-\frac{2kr\theta'}{k'-4k}\cos\alpha,\quad v'=-\frac{2kr\theta'}{k'-4k}\sin\alpha.$$

Les déplacements, produits par une petite translation $2a$ de la force $d\mathrm{F}_0$ suivant sa direction, se composent donc d'un transport $-2a\theta$, de même sens, et d'un mouvement vers l'origine proportionnel à $r\theta'$. La dilatation cubique θ' s'annule et change de signe sur le cône $\tang^2\alpha=2$. Quant aux déformations et pressions produites ∂, g, N, T, elles sont en raison directe du produit de la force par le petit transport $2a$ qu'on lui a fait subir, et en raison inverse du cube de la distance r. Ce mode de décroissement avec r, bien qu'assez rapide, est loin de l'être autant que celui (où paraît une exponentielle) suivant lequel s'éteignent, à partir des bords d'une plaque, les effets des différences existant entre des couples de torsion statiquement équivalents appliqués sur son contour, effets qu'expriment les termes introduits par M. Maurice Levy dans la théorie des plaques [1]. Les per-

---

[1] Ces termes avaient été déjà étudiés en 1867, sous leur forme approchée, par MM. Thomson et Tait (aux n°s 724 à 729 de leur *Traité de Philosophie naturelle*), qui, bien avant moi, avaient reconnu leur rapide décroissance à partir des bords (n° 729) et qualifié les effets qu'ils représentent de simples *perturbations*, purement locales (n° 726).

Au moment où cet article a été envoyé à l'Académie, je ne connaissais le beau traité de MM. Thomson et Tait que par un extrait (adressé en 1867 à M. de St-Venant par les savants auteurs), s'étendant du n° 671 au n° 736. Ayant pu m'en procurer, ces jours derniers, l'édition allemande, publiée en 1874 par MM. Helmholtz et Wertheim, j'ai trouvé, aux n°s 645 à 648, consacrés à l'établissement des conditions aux limites dans la théorie

turbations, dues à des forces se faisant statiquement équilibre à l'intérieur d'une petite région déterminée, s'étendent donc moins loin dans les corps allongés ou aplatis, dont les tronçons ont une certaine liberté les uns par rapport aux autres, que dans les corps massifs, où la solidarité des parties est incomparablement plus grande. »

PHYSIQUE. — *Projection des ombres moléculaires.* Note de M. W. CROOKES. (Extrait.)

« En continuant mes recherches sur l'illumination des lignes de pression moléculaire et la trajectoire des molécules, j'ai examiné les phénomènes des ombres projetées par la lumière verte. Les meilleures ombres, et en même temps les plus nettes, sont projetées par des disques plats et non par des pôles minces et pointus. On ne voit nullement la lumière verte dans l'ombre même, quelle que soit l'exiguïté ou la nature de la substance dont l'ombre se projette.

» En m'appuyant sur ces expériences et sur plusieurs autres, je crois pouvoir dire que l'étincelle d'induction illumine les lignes de pression moléculaire qui résultent de l'excitation électrique du pôle négatif. L'épaisseur de l'espace noir est la mesure de la distance entre les chocs successifs des molécules. L'accroissement de rapidité des molécules rebondissant du pôle négatif produit un ralentissement des molécules qui s'avancent vers ce pôle et qui sont moins mobiles que les autres. Le conflit a lieu à la limite de l'espace noir, où la marge lumineuse témoigne de l'énergie de la décharge. Quand l'épuisement est suffisamment parfait pour que la longueur de la traversée entre les chocs successifs soit plus grande que la distance entre la girouette et le verre, les molécules qui rebondissent et se meuvent avec une pareille vitesse épuisent leur force vive, en totalité ou en partie, sur les côtés du vase, et la production de lumière accompagne cet arrêt subit de la viscosité. La lumière part du verre, et elle est apparemment le résultat de la phosphorescence ou de la fluorescence de sa surface.

» .... Mes expériences me paraissent démontrer que la phosphores-

---

des plaques, cette *fusion* des couples de torsion et des efforts tranchants (par une rotation de 90 degrés imprimée aux couples de torsion), qui réduit deux conditions de Poisson à une seule de M. Kirchhoff, et que je croyais jusqu'ici avoir trouvée le premier (*Comptes rendus*, 10 avril 1871, p. 451). Je me plais à reconnaître les droits de priorité des savants anglais.

cence ne peut être l'effet de la radiation de la lumière ultra-violette phosphorogénique d'une couche mince de molécules arrêtées à la surface du verre .... »

PHYSIQUE. — *De l'action des différentes lumières colorées sur une couche de bromure d'argent imprégnée de diverses matières colorantes organiques.* Note de M. **Ch. Cros**, présentée par M. Desains.

« Je m'occupe depuis longtemps de chercher des couches photographiques sensibles aux rayons de toutes couleurs, surtout aux rayons orangés, verts et violets. Pour obtenir ces différents rayons, j'ai employé des cuves transparentes pleines de solutions salines colorées, qui tamisent la lumière composée. Quant à la méthode de préparation des couches, je la communique pour la première fois à l'Académie.

» La couche est constituée par un collodion contenant 3 pour 100 de bromure de cadmium, et on la plonge dans un bain de 100 parties d'eau et de 20 de nitrate d'argent. On lave soigneusement la couche, et, pour détruire les dernières traces de nitrate d'argent, on la fait tremper dans une solution de bromure de potassium (eau, 100; bromure, 3). On lave encore, de manière à enlever tout ce dernier sel. A cet état, la couche, qui ne contient plus aucun sel soluble, peut être imprégnée des substances organiques les plus délicates, sans que, à l'abri de la lumière, il se passe de réaction perturbatrice.

» Les substances colorantes que j'ai essayées sont des teintures alcooliques ou aqueuses. Elles ont été choisies parmi les plus instables, les plus *mauvais teint*.

» Les teintures alcooliques sont versées sur la couche préparée comme je viens de dire. On attend quelques instants en faisant courir le liquide sur la plaque, afin de donner le temps à la matière colorante de s'attacher à la couche; puis on lave à l'eau pour enlever l'alcool. Ce résultat est atteint quand la plaque ne *graisse* plus.

» Les teintures aqueuses, versées de même, n'exigent pas de lavage subséquent; on met à poser sans autre opération.

» Dans les deux cas, les résultats les plus remarquables ont été obtenus avec des substances qui *teignent* l'espèce de feutre produit par le collodion.

» Enfin, on développe l'image par toute espèce de procédé applicable au collodion sec, ou bien on immerge la plaque impressionnée dans un bain de nitrate d'argent à 7 pour 100 et l'on développe au fer.

» Voici les substances qui ont été essayées :

» 1° La teinture alcoolique de *chlorophylle* (obtenue des feuilles de lierre, de fusain, de fougère, de chou, etc.);

» 2° La teinture de fruits de *cassis* dans l'eau-de-vie;

» 3° La teinture de *mauve* (fleurs) dans l'eau froide, l'eau chaude détruisant la matière colorante;

» 4° La teinture alcoolique de *carthamine*;

» 5° La teinture alcoolique de *curcuma;*

» 6° L'hémoglobine, ou teinture aqueuse de caillots de sang de bœuf.

» A travers une cuve contenant une solution orangée de chlorure de cobalt additionné de bichromate de potasse, solution qui arrête les rayons bleus et ne laisse passer que la lumière orangée, on obtient une image avec des plaques soit chlorophyllées, soit teintes au cassis, soit teintes à la mauve, soit enfin teintes au curcuma.

» Si le modèle consiste en trois bouteilles contenant des liquides jaune, rouge et bleu, l'épreuve positive ainsi obtenue donnera, pour les liquides jaune et rouge, l'apparence de l'eau pure; pour le liquide bleu, l'apparence d'un liquide noir.

» A travers une cuve contenant une dissolution verte (nitrate de nickel à saturation), la carthamine, l'hémoglobine et le curcuma ont donné des images où le liquide rouge (dans le positif) paraissait noir et les liquides jaune et bleu restaient incolores. Cet effet résulte de ce que la dissolution de nickel arrête les rayons rouges.

» A travers une cuve pleine d'une solution bleu violet de sulfate de cuivre ammoniacal, dissolution qui arrête les rayons jaunes, le curcuma a été seul essayé, et il a donné de très-belles images positives où le liquide jaune seul paraissait noir, tandis que les liquides rouge et bleu avaient l'apparence incolore.

» Toutes ces expériences ont été faites avec des couches photographiques au bromure d'argent pur. Je dois ajouter que j'ai fait, il y a quelques années, des expériences analogues avec l'iodure d'argent, également lavé, et que ce dernier composé s'est comporté d'une manière tout à fait comparable au bromure.

» Après avoir pris connaissance des résultats précédents, M. Desains m'a engagé à étudier au point de vue spectroscopique les substances cidessus mentionnées.

» En opérant alors ensemble, nous avons reconnu que, sur des plaques sensibilisées avec la teinture de mauve ou celle de cassis, le spectre direct

de la lampe Drummond est inactif dans tout le vert moyen, tandis que les extrémités rouge et violette sont très-actives. Avec la carthamine, c'est, au contraire, cette partie moyenne qui est le plus active. Avec la chlorophylle, l'action se continue dans toute l'étendue du spectre visible et même un peu au delà; mais elle présente plusieurs maxima et minima nettement appréciables (¹). »

« M. **Edm. Becquerel** fait remarquer, à l'occasion de la Note de M. Cros, que l'on a déjà reconnu que, en incorporant au collodion bromuré ou ioduré différentes matières colorantes, l'étendue de la zone impressionnée dans le spectre lumineux est changée, et que la surface sensible peut devenir immédiatement impressionnable à l'action des rayons rouges, jaunes ou verts, suivant la nature de la matière colorante. Je citerai, dit-il, à cet égard, les expériences entreprises par M. Vogel (²) avec la coralline, le vert d'aniline, etc., et mes propres recherches faites avec la chlorophylle (³).

» Cette dernière substance, incorporée au collodion bromuré et même ioduré, m'a donné une impression photographique de la partie la moins réfrangible du spectre solaire depuis l'extrémité A du rouge, avec cette particularité remarquable, indiquée dans le Mémoire présenté il y a quatre ans à l'Académie, d'avoir quatre maxima d'action dans le rouge, l'orangé et le vert, correspondant aux quatre bandes d'absorption qu'une dissolution de chlorophylle fait apparaître quand on l'interpose sur la route d'un faisceau de rayons solaires analysé à l'aide d'un spectroscope.

» Je me suis attaché particulièrement, il y a plusieurs années, à l'étude des effets donnés par la chlorophylle en présence du bromure d'argent, car cette coïncidence exacte des bandes actives du spectre sur la substance impressionnable colorée par la chlorophylle et des bandes d'absorption que produit celle-ci semble montrer que la matière colorante adhérant au composé sensible, bien qu'en couche très-mince, l'enveloppe fait pour ainsi dire corps avec lui et lui transmet l'action spéciale qu'elle exerce sur la lumière; le composé sensible semble donc acquérir les propriétés absor-

(¹) Touchant l'action de la chlorophylle, voir le Mémoire de M. Edm. Becquerel (*Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 185).

(²) *Bulletin de la Société française de Photographie*, t. XX, p. 42. — *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, 7ᵉ année, p. 344

(³) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXIX, p. 185; 1874. — *Bulletin de la Société française de Photographie*, t. XX, p. 233.

bantes de la matière colorante fixée sur lui, fait important dont j'ai montré les conséquences dans différentes circonstances.

» D'un autre côté, ces effets permettent d'obtenir des images du spectre solaire avec ses raies les plus fines, depuis le rouge jusqu'au delà du violet, mais on ne dépasse guère l'extrémité du rouge visible. J'ai fait voir [1] comment, en se servant de diverses surfaces impressionnables, on pouvait dépasser un peu cette limite; mais les effets de phosphorescence [2] donnent les moyens de s'étendre plus loin dans la partie infra-rouge et de fixer la position de plusieurs raies et bandes dans cette région. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production du chromate de baryte cristallisé.* Note de M. L. BOURGEOIS, présentée par M. Fremy.

« Le but que je me suis proposé dans ces recherches, entreprises dans le laboratoire de M. Fremy, au Muséum, est de reproduire par voie sèche et par double décomposition quelques chromates insolubles cristallisés. La méthode générale que j'ai employée consiste à calciner un chromate alcalin avec le chlorure du métal que je veux faire entrer dans la combinaison saline. Je sais que plusieurs chimistes opérant dans cette direction ont reproduit un certain nombre d'espèces minérales : Manross surtout, suivant cette méthode, a préparé artificiellement la barytine, la célestine, l'anhydrite, l'anglésite, l'apatite, la pyromorphite, la scheelite, la scheelitine, la wulfénite, etc. J'ai voulu simplement, dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, ajouter quelques faits nouveaux à ceux que l'on a déjà publiés sur cette question.

» Lorsqu'on fond au rouge vif, pendant une demi-heure, 2 équivalents de chlorure de baryum avec 1 équivalent de chromate de potasse et 1 équivalent de chromate de soude (le poids total des substances employées se montant à 500 grammes environ), et qu'on laisse refroidir la masse avec lenteur, on trouve dans son intérieur des cristaux d'un vert-pistache, groupés parallèlement et présentant un vif éclat. Il suffit d'épuiser le tout par l'eau bouillante qui dissout les chlorures, pour avoir les cristaux débarrassés de leur gangue. Leur densité est 4,60. Ils se dissolvent facilement dans les acides chlorhydrique ou nitrique étendus, en donnant une liqueur orangée. Les cristaux sont attaqués par l'acide sulfurique concentré

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 304; 1873. — E. BECQUEREL, *La lumière*, t. II, p. 88.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 249; 1876.

avec formation de sulfate de baryte et d'acide chromique : la potasse les décompose aussi, par voie humide, mais difficilement, en chromate alcalin et baryte. Ce sel a présenté la composition suivante :

	I.	II.	III.	Composition théorique de BaO, CrO^3.
Baryte	59,9	60,1	60,2	60,4
Acide chromique	39,8	39,7	39,7	39,6
	99,7	99,8	99,9	100,0

» Le sel que j'ai obtenu est donc un chromate neutre de baryte, dont la couleur verte n'est pas due, comme je l'avais pensé d'abord, à de l'oxyde de chrome provenant de la réduction de l'acide chromique. D'ailleurs les cristaux pulvérisés prennent une teinte jaune verdâtre très-pâle, semblable à celle du chromate de baryte précipité et calciné légèrement.

» Après cette étude chimique, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner ce sel au point de vue cristallographique. Malgré le peu de transparence des cristaux, j'ai pu vérifier, à l'aide du microscope et des appareils de polarisation, qu'ils appartiennent au type du prisme droit à base rhombe. Le goniomètre m'a fait voir, à quelques minutes près, que l'angle de ce prisme est 102° 11'; aux extrémités du prisme et sur ses angles aigus se trouvent ordinairement quatre facettes qui feraient avec la base un angle de 147 degrés environ. Or, dans le sulfate de baryte, l'angle du prisme du clivage *m* est de 101°42', et l'on trouve souvent les facettes e^2 qui font avec la base *p* un angle de 146°43'. Il y a donc lieu d'admettre l'isomorphisme du chromate et du sulfate de baryte.

» Je me propose d'étendre le même procédé de préparation à d'autres chromates métalliques; j'ai même déjà obtenu celui de strontiane en belles lamelles rhomboïdales. Mais l'étude que je fais de ces produits n'étant pas encore assez avancée, je me réserve de porter ultérieurement mes résultats à la connaissance de l'Académie. »

CHIMIE INORGANIQUE. — *Sur la composition de la levûre de bière.* Note de MM. P. Schutzenberger et A. Destrem.

« Avant d'exposer la suite des résultats que nous avons obtenus en étudiant les transformations chimiques de la levûre placée dans diverses conditions physiques et de milieu, nous croyons devoir rectifier quelques notions admises généralement sur la composition immédiate de cet orga-

nisme, depuis les analyses de Schlossberger. On considère le grain de levûre comme un utricule formé d'une enveloppe de cellulose et d'un contenu plus ou moins granuleux, en grande partie constitué par des substances protéiques avec un peu de matière grasse.

» D'après l'auteur cité, la levûre, traitée à froid par une lessive caustique faible, fournit une dissolution de matière albuminoïde précipitable par l'acide acétique et un résidu de cellulose. L'existence de matières protéiques est mise hors de doute : 1° par la composition élémentaire de ce précipité acétique; notre analyse conduit à la formule $C^{12}H^{21}Az^{3}O^{8}$ [1], qui cadre avec ce que l'on sait sur cette classe de corps; 2° par la nature des produits du dédoublement sous l'influence de la digestion que la levûre, conservée à l'abri de l'air, exerce sur ses propres éléments : tels sont la leucine, la tyrosine et l'albumine soluble, signalées par M. Béchamp et par M. Hesse, la xanthine, l'hypoxanthine et la carnine, découvertes par l'un de nous parmi les termes solubles de cette altération spontanée.

» Quant au résidu insoluble que l'on obtient en traitant à froid la levûre lavée par une lessive de potasse très-diluée, il ne possède ni les caractères ni la composition de la cellulose. On sait, depuis longtemps, qu'il n'est pas soluble dans le réactif de Schweizer, et que l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu le saccharifie très-facilement. Déduction faite des cendres, nous avons trouvé pour 100 : carbone, 54,79; hydrogène, 8,01; azote, 5,73; oxygène, 31,47. La partie externe des cellules, l'enveloppe, est donc un composé azoté complexe. Si l'on insiste sur l'action de la potasse, en employant un liquide plus concentré, cette matière azotée se désagrége et se dissout en grande partie, en ne laissant qu'un faible résidu blanc, floconneux et amorphe, qui a donné à l'analyse : carbone, 53,21; hydrogène, 7,69; azote, 1,8; oxygène, 37,3. En négligeant l'azote, qui n'entre plus que comme impureté, cette analyse conduirait à la formule $m(C^{9}H^{16}O^{5})$, qui serait celle d'un homologue supérieur de la cellulose.

» Les analyses élémentaires d'un grand nombre de résidus insolubles dans l'eau bouillante, provenant de levûres placées dans diverses conditions d'altération ou de nutrition, peuvent toutes se traduire par des formules dédoublables en matière protéique et en matière hydrocarbonée, les proportions relatives de ces deux ordres de composés variant avec les conditions de l'expérience. C'est ainsi que nous avons trouvé :

---

[1] Toutes les formules dont nous nous servons ici sont uniquement destinées à symboliser les analyses; ce ne sont pas des formules moléculaires.

	Poids pour 100 de levûre fraîche.	RÉSIDU INSOLUBLE. Composition exprimée en formules contenant toutes 3 atomes d'azote.
I. Levûre fraîche	19,50-21,0	$C^{18}H^{31}Az^{3}O^{8} = C^{12}H^{21}Az^{3}O^{3} + C^{6}H^{10}O^{5}$
II. Levûre conservée pendant 30^h, à 30°, dans un milieu aéré continuellement	18,62-19,5	$C^{18}H^{31}Az^{3}O^{8} = C^{12}H^{21}Az^{3}O^{3} + C^{6}H^{10}O^{5}$
III. Levûre conservée pendant 30^h, à 30°, dans un milieu exempt d'oxygène	14,50-15,0	$C^{20}H^{33}Az^{3}O^{9} = C^{12}H^{21}Az^{3}O^{3} + C^{8}H^{12}O^{6}$
IV. Levûre qui a fait fermenter pendant 30^h le double de son poids de sucre à l'abri de l'oxygène.....................	16,50-16,8	$C^{24}H^{41}Az^{3}O^{13} = C^{12}H^{21}Az^{3}O^{3} + C^{12}H^{20}O^{10}$
V. Levûre ayant fait fermenter pendant 30^h le double de son poids de sucre dans un milieu constamment aéré..........	25,10	$C^{22}H^{37}Az^{3}O^{11} = C^{12}H^{21}Az^{3}O^{3} + C^{10}H^{16}O^{8}$

» La présence de l'oxygène et la respiration consécutive maintiennent *intacts* le poids absolu et la composition du résidu insoluble.

» La digestion à l'abri de l'air diminue le poids absolu du résidu insoluble et élève la part des principes hydrocarbonés par le fait d'un départ relativement plus abondant de matières protéiques désassimilées et rendues solubles.

» La fermentation à l'abri de l'air tend au même but, par les mêmes causes; mais il y a, en outre, fixation d'un peu de matière hydrocarbonée empruntée au sucre.

» Dans la fermentation en présence de l'oxygène, la désassimilation n'a pas lieu et, en outre, il y a fixation d'une forte proportion de matière hydrocarbonée.

» Ces résultats s'accordent avec les idées générales que M. Pasteur a introduites dans la Science sur le rôle de l'oxygène *libre* dans le développement et la nutrition des ferments figurés. Ils montrent de plus très-nettement que, si la fermentation du sucre peut suppléer l'oxygène, ce n'est que dans une proportion relativement *très-faible*.

» Le complément, ou ce qui manque dans la partie insoluble, a toujours été retrouvé dans les produits solubles ou volatils déterminés pour contrôle. D'après nos analyses immédiates, nous considérons la levûre comme renfermant des composés complexes, à la fois hydrocarbonés et protéiques,

constitués à la manière des glucosides et que les acides ou les alcalis dédoublent facilement. L'extérieur du grain de levûre ne diffère de la partie interne que par une proportion plus forte de matière hydrocarbonée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les carbures pyrogénés du pétrole américain.* Note de M. L. **Prunier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le 14 décembre 1878, l'Académie a bien voulu recevoir communication d'une Note, présentée par M. R. David et moi, sur les produits ultimes de la redistillation des pétroles. Ces recherches, poursuivies depuis lors, m'ont amené à découvrir des carbures notablement plus riches en carbone que tous les composés définis actuellement connus.

» Par la méthode des dissolvants, on parvient à isoler une masse grenue et cristalline, fortement nuancée de vert. Ce produit est soluble dans le sulfure de carbone et le chloroforme chaud, sauf un léger résidu charbonneux qui n'atteint pas, en poids, le $\frac{1}{30}$ de la masse.

» Après évaporation du dissolvant, on trouve une masse pulvérulente d'un brun rougeâtre. Ce corps donne à l'analyse :

	I.	II.	Calculé pour $(C^{12}H^2)^n$.
C....................	97,09	97,12	97,29
H....................	3,3	3,5	2,71

» Ces chiffres dénotent l'existence d'un groupe nouveau de carbures incomplets d'ordre extrêmement élevé.

» Il suffit de rappeler que le benzérythrène, le parachrysène, le fluoranthène, le pyrène, etc., les plus élevés dans ce sens des carbures connus, ne dépassent pas 95 pour 100.

» Toutefois, la masse en question n'est pas un produit unique. Reprise par des dissolvants appropriés (desquels il convient d'exclure les carbures d'hydrogène), on en peut extraire différents carbures cristallisés, extrêmement riches en carbone et constituant une catégorie toute nouvelle, dont la composition se rapproche de celle des charbons proprement dits : noir de fumée, coke des cornues à gaz, etc.

» 2. Par épuisement convenable, au moyen de l'alcool contenant quelques centièmes de chloroforme, on peut en tirer le carbure suivant, défini par ses propriétés, sa composition et son équivalent.

» C'est un corps blanc ou à peine jaunâtre, d'un éclat nacré très-brillant. Il se précipite de ses solutions à l'état soyeux et comme moiré.

» Il est cristallisé en aiguilles extrêmement fines. Après régénération de son picrate, il fond à + 260° environ. Il est très-électrique et doué d'une fluorescence bleue très-intense. Presque insoluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme à chaud, il se dissout dans le pétrole, la benzine ou l'acide acétique bouillant. Il est soluble, à froid, dans le sulfure de carbone.

» La combustion donne :

	I.	II.	Calculé pour $(C^{12}H^{2})^{n}$.
C........................	97,04	97,23	97,29
H........................	3,07	3,3	2,71

» 3. Pour préciser la valeur de *n*, on a eu recours à l'acide picrique; mais, suivant les conditions dans lesquelles on se place, on a des chiffres qui se rapportent à des quantités d'acide picrique variant comme 1, 2 ou plus, pour une même quantité de carbure.

» Le premier picrate, fusible à + 185°, a donné 57,01 pour 100 de carbure; le second, fusible à + 135° en a donné 38,46, nombres qui conduisent aux formules suivantes :

		Carbure pour 100.
Premier picrate,	$C^{48}H^{8}[C^{12}H^{3}(AzO^{4})^{3}O^{2}]$, qui exige........	56,5
Deuxième picrate,	$C^{48}H^{8}[C^{12}H^{3}(AzO^{4})^{7}O^{2}]$, »	38,2

le caractère extrêmement incomplet de ce corps se traduisant par une tendance prononcée à s'annexer 1 ou plusieurs molécules de composés similaires, telles que celles des autres carbures et même de la benzine.

» Je reviendrai sur ce fait, qui s'accorde avec d'autres observations du même ordre, et qui explique notamment pourquoi la benzine et les carbures, en général, doivent être exclus du traitement destiné à isoler les composés de cette nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le glycide.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« Le glycide, dont les combinaisons ont été décrites par M. Reboul, est le premier anhydride de la glycérine. Il représente l'alcool correspondant à l'épichlorhydrine

Épichlorhydrine.	Glycide.
$CH^{2}Cl$	CH^{2},OH
$CH \diagdown$	$CH \diagdown$
$CH^{2} \diagup O$	$CH^{2} \diagup O$

Ce corps doit se former dans l'action des agents déshydratants sur la glycérine, de même que l'épichlorhydrine se forme par l'action des mêmes agents sur la monochlorhydrine; mais il ne m'a pas été possible de l'isoler ainsi.

» On peut le préparer en enlevant de l'acide chlorhydrique à la monochlorhydrine

$$C^3H^7O^2Cl - HCl = C^3H^6O^2.$$

» Les différentes bases, potasse, oxyde d'argent, oxyde de plomb, donnent naissance à de petites quantités de glycide; mais le meilleur rendement est donné par la baryte. 40 grammes de monochlorhydrine sont dissous dans 50 grammes d'éther, et l'on y ajoute, peu à peu, 28 grammes de baryte caustique finement pulvérisée. Une réaction très-vive s'établit, et la majeure partie de l'éther distille. La masse est alors épuisée par 200 grammes d'éther absolu, qui abandonne le glycide à la distillation.

» Le glycide est un liquide incolore, inodore, d'une saveur légèrement sucrée, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; densité, 1,165. Il bout à 157 degrés, à la pression ordinaire. Lorsqu'il est absolument pur, il ne s'altère pas à la distillation; mais, lorsqu'il contient une petite quantité de glycérine, il se polymérise facilement. Il se combine très-rapidement à l'eau en donnant la glycérine, moins facilement à l'alcool. On peut, en effet, le retirer par distillation de sa solution alcoolique, à condition que l'alcool soit absolu et que l'on opère rapidement.

» Le glycide se combine aux divers acides, en régénérant les éthers mono-acides correspondants de la glycérine. Il importe d'employer les acides très-étendus.

» J'ai pu préparer de cette manière la mononitroglycérine, qui n'avait pas encore été obtenue. On ajoute du glycide à de l'acide nitrique étendu de dix fois son poids d'eau. La liqueur s'échauffe sensiblement.

» Après refroidissement, on sature par le carbonate de soude, et l'on épuise la masse évaporée par l'alcool éthéré : celui-ci abandonne, par évaporation, la mononitroglycérine.

» La mononitroglycérine est un liquide jaunâtre, épais, soluble dans l'eau et l'alcool, peu soluble dans l'éther. Elle ne distille pas. Lorsqu'on la chauffe, elle émet des vapeurs blanches, puis s'enflamme spontanément. Elle ne paraît pas détoner sous le choc.

» J'ai constaté également que le glycide se combinait aux acides chlorhydrique et acétique.

» On a donc ainsi un nouveau mode de préparation des éthers de la glycérine (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la génération du noir d'aniline par les chromates en présence des chlorates.* Note de M. S. GRAWITZ. (Extrait.)

« A la suite d'une Communication que j'avais eu l'honneur de faire à l'Académie, M. Witz (2) a cru pouvoir affirmer non-seulement que les composés du chrome, *à leurs divers états,* sont impropres à développer le noir avec les sels d'aniline en présence des chlorates, mais encore que leur présence est nuisible dans les mélanges pour noir.

» Cette affirmation étonnera ceux qui ont imprimé des milliers de pièces avec mes procédés et ceux qui voudront bien répéter l'expérience avec les précautions convenables.

» J'ai signalé, en effet, dans mon brevet, que le chrome devait être à l'état de sels de l'acide chromique et non pas à l'état de sels de sesquioxyde. Or quand on mesure, par liqueurs titrées, un dixième de milligramme de chromate de potasse pour former un dixième de litre d'encre, si les liqueurs ne sont pas alcalines, il y a réduction de l'acide chromique par les matières organiques. C'est là, sans doute, ce qui a trompé M. Witz. Il faut même éviter que cette réduction ait lieu dans le mélange chlorate et sel d'aniline, et, pour cela, rendre ce mélange légèrement alcalin par l'ammoniaque

» Dans ces conditions, une encre faite avec :

Chlorate de potasse	75^{gr}
Sel d'aniline	150^{gr}
Chromate neutre	1^{mgr}
Un peu d'ammoniaque,	

reste parfaitement limpide et incolore, mais les caractères tracés avec cette encre deviennent d'un très-beau noir en vingt-quatre heures, à la température de 30 degrés. La coloration se produit encore sur le papier avec dix fois moins de chromate.

» M. Witz affirme que le vanadium agit avec une énergie beaucoup plus grande. Il prend une portion de vanadium dont le dénominateur est l'unité

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

(2) *Comptes rendus,* séance du 30 décembre 1878.

suivie de neuf zéros. D'autre part, il signale que cette action du vanadium n'a lieu qu'en liqueur acide. Or, dans ces conditions, il n'est besoin absolument d'aucun métal pour que la coloration se produise. La réaction du chlorate de potasse sur l'acide chlorhydrique libre dégage, en effet, du chlore et des composés oxygénés du chlore, qui suffisent à engendrer le noir sans l'intervention d'aucune trace de métal.

» Donc, rien n'est plus certain que l'action du chromate, qui détermine la réaction à la sèche sur tissu avec un mélange alcalin; rien n'est moins démontré que le rôle du vanadium à dose infiniment petite, qui exige pour se produire l'intervention d'un acide libre qui agit à lui tout seul. Si l'on verse, en effet, une solution de 5 grammes de chlorate dans 100 centimètres cubes d'eau sur 10 grammes d'huile d'aniline pure dissoute dans 20 centimètres cubes d'acide muriatique pur, il se forme immédiatement un précipité vert.

» Enfin, au point de vue pratique, si les composés du chrome étaient nuisibles, cet effet nuisible augmenterait avec la dose employée.

» Or, si j'imprime un mélange convenablement épaissi, contenant :

Sel d'aniline neutre	150
Chlorate de potasse	50
Chromate jaune	50

le noir est complétement développé sur tissu en moins de trois minutes, à 60 degrés C., tandis qu'il ne se produit aucune coloration dans le mélange lui-même, avantage considérable, car il évite toute perte. Aucun doute ne peut exister sur le sens de la réaction et le rôle du composé métallique. Ce n'est point le chromate qui oxyde l'aniline et qui se réoxyde au contact du chlorate, ce sont les produits de la décomposition du chlorate par le chromate, décomposition qui est instantanée à la sèche sur tissu et qui ne commence même pas dans le mélange....

» Le mélange, alcalin au début, ne peut devenir acide par le fait de la réaction, et cette propriété est fort importante, car les tissus même les plus délicats ne sont point altérés, et, de plus, on peut vaporiser directement le noir, ce qui permet de l'associer à toutes les couleurs vapeur, et triple au moins son emploi.

» .... En résumé, loin de nuire au développement du noir d'aniline en présence des chlorates, l'emploi des composés chromiques a permis de transformer complétement cette couleur, de la développer instantanément, par la chaleur sèche ou humide ou par le vaporisage, sans altérer les fibres

textiles les plus délicates, et avec des qualités toutes nouvelles de résistance aux agents oxydants ou réducteurs. »

MINÉRALOGIE. — *Sur divers séléniures de plomb et de cuivre de la Cordillière des Andes.* Note de M. F. PISANI.

« Ayant eu à ma disposition une certaine quantité d'un séléniure de plomb cuprifère, envoyé à l'Exposition de 1878 par le Pérou, et provenant de la Cordillière, j'ai entrepris l'étude chimique de ce minéral et j'ai pu me convaincre qu'il y avait, sinon plusieurs espèces distinctes, au moins plusieurs variétés bien caractérisées par leur compositton. Les séléniures, en général, sont assez rares dans la nature, et il est sans doute intéressant de savoir que dans cette nouvelle localité on a trouvé, dans une mine exploitée pour le plomb, et comme minerai accessoire, une certaine quantité de séléniure de plomb et de cuivre. Ce minerai, en morceaux ordinairement plats et de peu d'épaisseur, paraît avoir formé un filon très-mince. La gangue contient, outre des séléniures métalliques, un peu d'azurite, de malachite et de chrysocolle. Le séléniure s'y trouve, tantôt disséminé en petite quantité, tantôt formant de petites masses de matière presque pure à structure microcristalline. Il présente deux aspects bien caractérisés : le plus souvent d'un gris de plomb, un peu sectile et ayant l'aspect de la chalcosine, plus rarement avec la couleur de la phillipsite, ce qui fait qu'on l'a confondu avec ce minéral lui-même, d'autant plus que quelques morceaux contiennent ces deux variétés de couleur. Si l'on prend la densité des morceaux gris, on trouve parfois des différences assez notables et l'on voit de suite qu'on a affaire à des variétés distinctes.

» En général, il faut trier la matière avec grand soin pour éviter la présence du chrysocolle, de l'azurite ou de la malachite. L'analyse de ces minéraux a été faite en attaquant au moyen du chlore : de tous les procédés, c'est celui qui donne les meilleurs résultats. Quand on analyse en attaquant à l'acide azotique et séparant le plomb par de l'acide sulfurique, on remarque que le sulfate de plomb retient toujours un peu de sélénite de plomb; ensuite le sélénium précipité par l'acide sulfureux est rarement pur et contient ordinairement des quantités considérables de cuivre. Dans une analyse, j'ai obtenu du sélénium qui avait entraîné tout le cuivre.

» Voici quels sont les résultats de mes analyses :

Séléniures gris (a), (b), (c).

	(a)	(b)	(c)
Sélénium	48,4	37,3	29,7
Plomb	30,6	40,0	62,1
Cuivre	20,6	16,7	6,7
Argent	»	1,2	»
Cobalt	»	0,8	0,2
Fer	»	0,8	0,3
Gangue	1,2	1,7	»
	100,8	98,5	99,0

Densités : (a) = 5,5, (b) = 6,38, (c) = 7,55.

» Ces trois séléniures correspondent à la formule ordinaire de la *Zorgite* du Hartz (PbCu) Se. Comme dans ce dernier minéral on y trouve des mélanges en plusieurs proportions des séléniures de plomb et de cuivre.

Séléniure à aspect de phillipsite.

» Il a donné à l'analyse :

Sélénium	42,5
Plomb	13,9
Cuivre	42,8
Cobalt	0,3
Fer	0,4
	99,9

Densité = 6,26.

» Ces chiffres correspondent à la formule $(CuPb)^3 Se^2$, bien différente de celle des autres séléniures de plomb et de cuivre. Il faudrait peut-être considérer ce séléniure comme une espèce à part ou, en tous cas, comme une variété bien distincte, surtout à cause de sa couleur si caractéristique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la présence d'un organe segmentaire chez les Bryozoaires endoproctes.* Note de M. L. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En octobre 1877, Hatschek a signalé, dans la *Pedicellina echinata,* aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte, un canal vibratile dont il semble d'ailleurs n'avoir pas bien saisi la forme, et qu'il a comparé aux organes vibratiles des Rotateurs.

» Je suis à même de confirmer, en les rectifiant et les complétant, les données du zoologiste de Prague et de les étendre à tout le groupe des Bryozoaires endoproctes.

» Dans la *Pedicellina echinata,* variété sans piquants qui abonde à Roscoff, d'où le gardien du laboratoire me l'envoyait vivante encore ces jours derniers, l'organe vibratile est double et situé dans la cavité du corps, dans l'espace compris entre l'œsophage, l'estomac et la matrice.

» Il se compose d'un tube court cilié intérieurement, renflé à son milieu qui, d'une part, débouche dans la matrice, non loin de son orifice extérieur, et, d'autre part, s'ouvre obliquement dans la cavité du corps par un pavillon faiblement évasé et garni de cils vibratiles actifs.

» Cet organe, muni d'un pavillon vibratile et mettant en communication la cavité du corps avec l'extérieur, a tous les caractères d'un organe segmentaire. Il apparaît de très-bonne heure dans le bourgeon. Alors que l'estomac n'est qu'ébauché, avant que les bras soient dessinés, on aperçoit déjà à la place qu'il occupera un mouvement ciliaire.

» Dans une espèce de Pédicelline encore inédite, provenant de l'île Saint-Paul, j'ai récemment retrouvé le même organe vibratile. Enfin, dans le Loxosome des Phascolosomes, j'ai reconnu cet été à Roscoff un canal cilié tout semblable, terminé par un pavillon et placé dans la même situation. Comme chez la Pédicelline, il apparaît de très-bonne heure dans le bourgeon.

» Dans la famille des Endoproctes, comprenant les formes les plus élevées des Bryozoaires, on peut donc regarder comme constante la présence d'un organe segmentaire, c'est-à-dire d'un organe très-généralement répandu chez les Vers.

» En présence des efforts qui ont été faits dans ces dernières années pour rapprocher les Bryozoaires des Annelés, il m'a semblé utile d'apporter dans le débat ce nouvel argument, qui me paraît avoir une réelle valeur. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les organes segmentaires et les glandes génitales des Annélides polychætes sédentaires.* Note de M. **L.-C.-E. Cosmovici**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quoiqu'un grand nombre de naturalistes se soient occupés de l'organisation des Annélides polychætes, il restait encore à bien préciser, dans

ce groupe, ce que l'on doit entendre par *organe segmentaire* et quelle est la manière d'être des organes de la reproduction.

» Des recherches entreprises depuis deux ans, soit à Roscoff, soit à la Sorbonne, dans les laboratoires de Zoologie expérimentale de M. H. de Lacaze-Duthiers, m'ont conduit à des résultats nouveaux.

» Les poches glandulaires qu'on trouve à l'intérieur du corps de ces animaux, considérées par beaucoup d'auteurs comme des glandes génitales, furent prises par MM. Claparède, Keferstein, Ehlers et autres, pour des organes segmentaires. Or, leur organisation est plus complexe.

» Chez un certain nombre d'Annélides sédentaires, comme les *Arénicoles, Térébelles nébuloses* et autres, ces poches sont composées de deux parties bien distinctes : l'une glanduleuse, à parois très-vasculaires, qui débouche au dehors par un pore propre, et à l'intérieur de laquelle on constate, à l'aide de réactifs, un grand nombre de cristaux paraissant être formés d'acide urique; c'est là incontestablement un organe urinaire ou un *corps de Bojanus;* l'autre partie, non glandulaire, est formée d'un pavillon à deux lèvres plus ou moins garnies de franges très-ciliées, suivi d'un tube en cornet qui vient s'appliquer sur un point de la surface du corps de Bojanus correspondant. Une communication existe entre les deux parties dans le point d'attache, de sorte que tout corps recueilli par le pavillon d'un de ces organes passe dans le corps de Bojanus et ensuite est entraîné par le courant ciliaire, vers l'ouverture extérieure. C'est à la seconde partie de ces poches qu'il faut donner le nom d'*organes segmentaires*.

» La distinction complète entre ces deux parties s'observe, avec la dernière évidence, chez un grand nombre d'Annélides sédentaires. Ainsi, dans la *Terebella conchilega*, il existe trois paires de ces poches qui ne se composent que de la partie glanduleuse, et par conséquent qui sont sans aucune communication avec l'intérieur de la cavité du corps. Mais, plus en arrière, on trouve deux paires d'organes segmentaires normalement constitués et débouchant directement au dehors par un pore. L'*Ophelia bicornis* présente un exemple bien plus frappant encore. En effet, on trouve cinq paires d'organes segmentaires situées sur les côtés de la chaîne nerveuse, suivies par cinq autres paires de poches glanduleuses dépourvues de toute communication avec l'intérieur. Enfin, les Sabelles et les Myxicoles n'ont qu'une paire de poches rénales sur les côtés de l'œsophage, et dans tout le reste du corps chaque anneau a sa paire d'organes segmentaires avec la forme typique. Il faut ajouter que les caractères histologiques et chimiques prouvent que ces poches glandulaires sont bien des organes urinaires, et

que les organes segmentaires, tantôt leur faisant un emprunt, tantôt n'en faisant pas, sont des parties complétement indépendantes, n'ayant d'autre attribut que celui de recueillir les produits de la génération pour les verser au dehors.

» Il existe encore beaucoup d'incertitude sur les glandes génitales. Mes observations me conduisent à pouvoir affirmer que les œufs ou les spermatozoïdes, chez les Annélides sédentaires, ne naissent jamais ni dans les poches bojaniennes ni dans les cellules épithéliales du péritoine, et ne dérivent pas davantage des nucléus entourant les vaisseaux sanguins ni même du tissu adipeux (tissu sexuel de Claparède). Mais il existe des glandes bien distinctes en relation intime avec des vaisseaux sanguins. Ainsi, chez l'Arénicole des pêcheurs, chez la Térébelle conchilière, chez l'*Ophelia bicornis*, la glande génitale mâle ou femelle est fixée sur le vaisseau qui arrive de la partie centrale de l'appareil circulatoire et va aux organes segmentaires. La position varie pour chacun de ces genres, mais toujours le nombre est égal à celui des paires d'organes segmentaires. Chez les Térébelles nébuloses, la glande génitale est sur la ligne médiane autour du vaisseau sanguin sus-nervien et seulement dans la portion thoracique. Chez le *Chætopterus pergamentaceus*, les glandes sont situées par paires dans chaque anneau et sur les côtés de l'intestin. Chez les Sabelles encore, elles sont situées par paires, dans chaque anneau, autour du vaisseau latéral inférieur.

» Ces glandes, à l'époque du repos (hiver), consistent en un certain nombre de petits acini, dont la structure n'offre encore rien de distinct. Vers le commencement de la belle saison, avec des différences suivant les genres, les glandes entrent en travail. La masse amorphe augmente, chaque acini se dessine de mieux en mieux, et à son intérieur on voit apparaître de petits noyaux, autour desquels ne tarde pas à se limiter une portion de protoplasma. Bientôt les œufs se caractérisent, en même temps qu'ils sont poussés par de nouvelles quantités de protoplasma qui se développe à la base des acini. La glande prend la forme d'une grappe et les œufs les plus mûrs arrivent à la périphérie, les plus jeunes restant à la base. Le vitellus devient progressivement granuleux, et la vésicule germinative s'accentue. Enfin l'œuf se détache et tombe dans la cavité du corps.

» La même chose s'observe pour les testicules. Les cellules mères spermatiques se détachent des glandes, ensuite leurs parois se dissolvent et leur contenu framboisé flotte quelque temps dans le fluide cavitaire, après

quoi les spermatozoïdes, réunis jusqu'alors par leur tête, se désagrégent et deviennent libres.

» Enfin la ponte a lieu à différentes époques, suivant les genres et les espèces, et elle s'accomplit par les organes segmentaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur les écailles des Poissons osseux*. Note de M. G. CARLET, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude des écailles, d'une part après leur coloration par le picrocarminate d'ammoniaque, d'autre part en les soumettant à la lumière polarisée, m'a permis d'obtenir les résultats suivants :

» 1° *Étude à la lumière polarisée*. — Si l'on examine de très-jeunes écailles d'Anguille prises sur des Poissons d'une longueur de 20 centimètres, on constate que, les nicols étant croisés, elles ne rétablissent la lumière dans aucune direction. Si l'on répète l'observation avec des écailles prises sur de gros sujets, on voit, dans deux directions perpendiculaires, deux V obscurs, opposés par leurs pointes et comprenant entre leurs branches le grand axe de l'ellipse représentée par l'écaille. Les jeunes écailles de Perche se comportent comme les jeunes écailles d'Anguille; mais les vieilles, outre les dessins compliqués formés par des bandes claires et des bandes obscures, présentent de fort beaux phénomènes de coloration sur leurs lobes marginaux. En résumé, les jeunes écailles sont monoréfringentes et les vieilles biréfringentes.

» 2° *Étude par le picrocarminate*. — Ce réactif colore presque instantanément les écailles en jaune et les tissus ambiants en rouge, de telle sorte qu'il est facile de déterminer les rapports des uns et des autres. Cette question, qui a été l'objet de nombreuses recherches et contestations, peut être résolue par l'emploi du picrocarminate, qui teint en rouge le noyau des cellules épidermiques, en rose la mince membrane hyaline qui à elle seule représente le derme, d'après M. G. Pouchet, enfin en rouge orangé la partie fibreuse du tégument que ce dernier auteur a désignée sous le nom d'*aponévrose hypodermique* (¹).

» Chez les Poissons à écailles bien imbriquées (Carpe, Perche, etc.), chaque écaille est renfermée dans une poche prismatique et hexagonale essentiellement fibreuse, c'est-à-dire formée par l'aponévrose hypoder-

(¹) G. POUCHET, *Journal de l'Anatomie*, t. XI, p. 289.

mique. Trois faces du prisme hexagonal sont externes ou sus-spiculaires, tandis que les trois autres sont internes ou sous-spiculaires. Soient A et P deux écailles situées directement l'une derrière l'autre; il y a deux écailles D et G séparées l'une de l'autre et disposées entre les premières sur un même plan qui leur est parallèle, mais elles débordent celles-ci à droite et à gauche.

» Sur une coupe longitudinale du tégument, on voit que chacune des faces de ces prismes fibreux, arrivée vers la région focale de l'écaille, se dédouble de façon à former un angle dièdre dont l'un des plans va se fixer au bord postérieur de l'écaille supérieure, tandis que l'autre, après être devenu d'une minceur extrême sur le champ postérieur de l'écaille inférieure, va rejoindre, sur le bord libre, la lame de la face postérieure. Les deux faces de ce dièdre sont tapissées par le derme et l'épiderme (ce dernier très-caduc), qui coiffent ainsi le sommet de chacune des poches spiculaires, en se réfléchissant de l'une sur l'autre.

» Quand il existe des spinules sur le bord libre de l'écaille (Perche, Sole, etc.), elles sont engaînées à leur base dans un manchon très-mince de derme, au dehors duquel leur pointe fait saillie après perforation : elles se sont donc développées *au-dessous* de celui-ci et ne sauraient être considérées, non plus que l'écaille, comme des produits épidermiques.

» Sur une coupe transversale du tégument, on voit que chacune des faces opposées externe et interne des prismes aponévrotiques se dédouble pour embrasser les bords des deux écailles latérales situées soit en avant, soit en arrière du plan de l'écaille considérée. Chaque poche a donc une face commune avec les poches adjacentes.

» Un réseau vasculaire des nerfs des chromoblastes plus ou moins abondants, quelquefois aussi des vésicules adipeuses, s'observent au milieu des fibres conjonctives de la poche de l'écaille; jamais on n'y trouve de fibres musculaires. Il suit de ces dispositions anatomiques que les écailles ne sauraient exécuter que des déplacements *passifs;* mais ceux-ci s'effectuent avec une grande facilité sous l'influence des mouvements du corps; alors les rangées transversales d'écailles se rapprochent ou s'éloignent par le fait de la grande extensibilité de l'aponévrose hypodermique. Enfin, au point de vue anatomique, les écailles ne sont nullement comparables aux poils des mammifères ou aux plumes des oiseaux, car *aucune de leurs parties* n'est un produit de l'épiderme. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Du mode d'emploi des téléphones à l'École d'artillerie de Clermont.* Note de M. DE CHAMPVALLIER, présentée par M. Th. du Moncel. (Extrait.)

« Les réactions de diverses sortes qui sont produites au sein des lignes téléphoniques et la difficulté du réglage de ces instruments ont fait abandonner ce système de transmission télégraphique dans beaucoup de postes où il aurait pu être très-utile. Toutefois, nous en avons obtenu de si bons résultats à l'École d'artillerie de Clermont, que non-seulement nous avons continué à l'employer sur la ligne de 15 kilomètres dont j'ai parlé dans une précédente Communication, mais encore que nous allons créer une ligne téléphonique spéciale pour relier ensemble deux importants établissements militaires éloignés l'un de l'autre de 4 kilomètres.

» Le secret de notre succès tient uniquement à notre méthode de réglage. Les téléphones ordinaires portent une vis de réglage que l'on est obligé de faire marcher avec un tournevis sans jamais savoir où l'on en est, et si même on ne force pas l'aimant contre la plaque vibrante en détériorant celle-ci, ce qui arrive fréquemment dans les stations qui, comme la nôtre, sont livrées à tous, habiles et maladroits ou ignorants.

» Avec le concours d'un habile électricien-amateur de Clermont, M Chatard, nous avons remplacé la tête de la vis de réglage par un bouton moletté qui porte à la base de son axe une aiguille perpendiculaire à cet axe. Cette aiguille se meut à la surface d'un cercle de cuivre dont la circonférence est divisée en douze parties égales portant des numéros.

» On commence par régler le téléphone en faisant lire sur le même ton son correspondant et tournant le bouton régulateur jusqu'au maximum de netteté de l'audition. Si le téléphone ne doit servir qu'à entendre (ce qui est préférable dans un bureau bien installé), le téléphone est réglé.

» S'il doit servir à parler, on le règle par l'opération inverse, en lisant soi-même et tournant à droite ou à gauche le bouton jusqu'à ce que le correspondant vous avertisse que vous êtes arrivé au maximum de netteté de la parole.

» Si le téléphone doit servir à parler et à entendre, après l'avoir réglé des deux manières indiquées ci-dessus et noté les deux positions de l'aiguille sur la circonférence du limbe, positions toujours très-voisines, mais différentes, on donne à la pointe de l'aiguille une position intermédiaire.

» Quoi qu'il en soit, une fois le téléphone bien réglé, il faudra très-peu

éloigner ou rapprocher l'aimant de la plaque vibrante pour régler de nouveau, suivant la température, l'état électrique ou humide de l'air, la force d'aimantation changeante du barreau, etc. L'expérience nous a appris que, avec le pas de vis adopté par nous, une demi-circonférence parcourue par la pointe de l'aiguille, à gauche ou à droite, était toujours suffisante pour revenir à un réglage parfait.

» Nous plaçons alors un arrêt sur le limbe à 180 degrés de la position de l'aiguille, quand le téléphone est réglé pour la première fois, et nos plaques vibrantes se trouvent à l'abri de toutes les maladresses volontaires ou non des visiteurs et des indiscrets.

» Chaque téléphone porte un numéro d'ordre, et, sur un registre matricule ouvert *ad hoc* vis-à-vis du numéro du téléphone, on inscrit dans une première colonne son point de réglage, c'est-à-dire la division où se trouve la pointe de l'aiguille. Si le réglage doit être changé, ce qui est rare, on l'inscrit dans une autre colonne, avec la date.

» Grâce à ce procédé si simple, on peut livrer à tous et sans surveillance les téléphones, et l'on peut toujours sans hésitation replacer l'aimant à sa position, sans tâtonnement. »

M. E. **Reynier** adresse quelques observations relatives à la Note récente de M. *Ducretet*, sur un perfectionnement apporté à la lampe de M. Harrison.

M. Reynier fait observer que la lampe inventée en 1857 par M. Harrison était un appareil à *arc voltaïque,* destiné à maintenir une *distance* uniforme entre un disque rotatif et une pointe. La lampe présentée par M. Ducretet fonctionne comme une lampe à *incandescence*, avec des courants de faible tension. M. Harrison n'avait donc point employé, comme pourrait le faire croire la Note de M. Ducretet, un procédé consistant à maintenir incandescente une baguette de charbon, entre un contact en bout sur lequel elle s'appuie et un contact latéral dans lequel elle glisse en progressant. M. E. Reynier constate de nouveau qu'il a été le premier à décrire un procédé de ce genre (¹).

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince *B. Boncompagni*, d'un exemplaire de la reproduction autographique de deux Lettres inédites de Lagrange, tirées de la Bibliothèque royale de

(¹) *Comptes rendus*, 1er semestre 1878, p. 1193.

Berlin. L'une de ces lettres, signée « J. L. », a la date de Paris, le 25 nivôse an IX, et n'a pas de direction; l'autre est adressée à Laplace et n'a pas de date; il y est cité un Mémoire de Laplace paru en 1785. Une Note de M. de Humboldt constate que cette Lettre lui a été remise par Mme la marquise de Laplace.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 FÉVRIER 1878.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. XC, t. XIV, 1re et 2e Partie, nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1878; 3 vol. in-4°.

Températures de l'air, de la terre et de l'eau au Jardin des Plantes de Montpellier, d'après vingt-six années d'observations, 1852-1877; *par* M. CH. MARTINS. Montpellier, Boehm et fils, 1879; br. in-4°.

Société française de secours aux blessés des armées de terre et de mer. Le matériel de secours de la Société à l'Exposition de 1878. *Manuel pratique, etc.; par* M. le Dr A. RIANT. Paris, Imprimerie nationale, 1878; in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France. Congrès international de l'Agriculture (neuvième session générale annuelle de la Société); t. IX, annuaire de 1878. Paris, au siége de la Société, 1878; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 janvier 1879.)

Page 145, note du bas de la page, conserver seulement la première phrase de la note, et supprimer tout le reste.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

FERMENTATIONS. — *Réponse à M.* Van Tieghem, *concernant l'origine des* Amylobacter; par M. A. Trécul.

« Dans sa Communication du 3 février, M. Van Tieghem combat mon opinion sur l'origine de ces singuliers êtres, que j'ai découverts en 1860 et nommés *Amylobacter* en 1865. Mon contradicteur représentant inexactement mes résultats, je suis dans l'obligation de les défendre.

» A la page 205 de ce volume, M. Van Tieghem dit :

« Il y a près de deux ans, j'ai établi que, loin de constituer *trois genres distincts*, les *Amylobacter* de M. Trécul ne sont autre chose que l'un des états successifs d'une seule et même espèce appartenant au genre *Bacillus* de la famille des Bactéries, dont j'ai suivi le développement depuis une spore primitive jusqu'aux spores nouvelles, et que j'ai appelée *Bacillus Amylobacter*. »

» Cette phrase donne une idée fausse de mon avis; je n'ai point eu la prétention d'instituer *trois genres distincts;* je n'ai voulu que caractériser les plus disparates parmi des formes nombreuses, qui passent des unes aux autres par toutes les transitions. Voici comment je me suis exprimé à la page 435 du tome LXI des *Comptes rendus :*

« Malgré la variété des formes de ces petits végétaux, ou plutôt à cause de cette variété même, *puisque l'on passe d'une forme à l'autre par toutes les gradations*, en raison aussi

de l'amidon qu'ils contiennent, et pour rappeler la ressemblance des formes cylindroïdes avec les Bactéries, je crois utile de les réunir sous le nom d'*Amylobacter*. Si l'on voulait les diviser d'après les formes les plus disparates, on pourrait établir trois *sous-genres :* 1° l'*Urocephalum*, qui comprendrait les formes en têtard; 2° l'*Amylobacter* vrai, auquel seraient attribuées les formes cylindriques; 3° le *Clostridium*, qui renfermerait les formes en fuseau. »

» On voit qu'il y a loin de là à l'établissement de trois genres distincts. M. Van Tieghem s'est donné ici une première fois le plaisir facile de relever une faute qui n'existe pas; il s'est livré une deuxième fois à ce vain plaisir, et cela est bien plus grave, en affirmant à tort que mon opinion sur l'origine de ces petits corps n'a été fondée que sur la vue d'*Amylobacter* adultes, qui avaient pénétré de l'extérieur dans les laticifères ou dans les cellules.

» C'est, en outre, une exagération de soutenir que « les *Amylobacter* de » M. Trécul ne sont autre chose que les états successifs d'une seule et » même espèce. » M. Van Tieghem n'a certainement pas examiné tous les états que j'ai observés et dessinés. Tous ces petits êtres ont des formes, des dimensions et des propriétés si différentes, qu'il semble peu rationnel de les réunir sous le même nom spécifique. Rien que pour les formes en têtard, on trouve que les uns sont mobiles et les autres immobiles, que les uns ont la tête globuleuse, tandis que d'autres l'ont ovoïde et d'autres encore elliptique, que la queue est épaisse ou extrêmement grêle, qu'elle est cylindrique ou qu'elle est atténuée; elle est parfois rigide et souvent flexueuse, etc. Je ne prétends pas que chacune de ces formes constitue à elle seule une espèce, mais il me paraît invraisemblable que toutes puissent se rapporter au même type spécifique. Tous les naturalistes savent avec quelle circonspection il faut aujourd'hui employer ce mot *espèce* (1).

» M. Van Tieghem ajoute :

« Avant de parvenir à sa phase amylacée, pendant qu'il est encore en voie d'allongement et de division, ce Bacille peut pénétrer dans la cavité des cellules en en traversant la membrane : j'ai assisté à cette pénétration.... Là, il continue d'abord de s'allonger et de se diviser; puis les nombreux articles ainsi produits et isolés se chargent d'amidon, tous à la fois et par une nutrition indépendante, en sorte que, si, à l'exemple de M. Trécul, on ne les recherche que par les réactifs iodés, ils doivent paraître nés sur place, simultanément

(1) En ce qui concerne la délimitation des espèces, je n'ai point tenté de la juger. J'ai dit, dans une de mes Communications, que le temps n'était pas venu (pour moi, bien entendu) de les décrire. C'est pour le faire avec plus de maturité, et pour multiplier des exemples auxquels j'attache beaucoup d'importance, que je n'ai pas encore publié mes dessins.

et spontanément. Du même coup, j'ai ainsi expliqué *très-simplement* les faits observés par M. Trécul, et *écarté* un argument en faveur de la génération spontanée, auquel personne jusqu'alors n'avait répondu. »

» Il y a dans ce passage trois assertions à discuter, savoir : 1° la pénétration des *Amylobacter* à travers les membranes cellulaires; 2° examiner si M. Trécul n'a recherché les *Amylobacter* que par les réactifs iodés et s'il ne les a alors observés qu'à l'état adulte, comme cela est dit dans le tome XXIV du *Bulletin de la Société botanique de France*, à la page 131 (¹); 3° si M. Van Tieghem a réellement écarté l'argument invoqué en faveur de la génération spontanée.

» En ce qui regarde la pénétration des *Amylobacter* dans les cellules, voici tout ce que M. Van Tieghem en a dit (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIV, p. 131 à 132) :

« Presque au début de mes recherches, il s'est offert à moi par hasard, et dans des circonstances tout à fait spéciales, une observation très-instructive, qui m'a placé d'emblée et forcément sur un terrain bien différent de celui où est resté M. Trécul. Dans une culture cellulaire de Coprin envahie par des Bactéries, j'avais aperçu, attachés par un bout au sommet encore intact d'une branche mycélienne, *deux ou trois* bâtonnets grêles qui se mouvaient en pirouettant autour de leur extrémité fixe. Quelques heures après, deux bâtonnets semblables, mais déjà allongés, se mouvaient à l'intérieur du tube, sans qu'il y eût de perforation visible dans la membrane; le lendemain, la cellule en contenait un grand nombre, tous immobiles. Croyant avoir affaire au *Bacillus subtilis*, je notai sa pénétration et sa multiplication rapide à l'intérieur d'une cellule en apparence parfaitement close, comme un fait intéressant.... »

» M. Van Tieghem reconnut ensuite que ce prétendu *Bacillus subtilis* était un *Amylobacter*.

» Où est, dans ces lignes, la preuve de la pénétration des *Amylobacter* dans la cellule? Elle n'existe pas. M. Van Tieghem n'a pas vu le passage à travers la membrane. Il a d'abord aperçu DEUX OU TROIS *Amylobacter* à l'extérieur de la cellule; puis, quelques heures plus tard, il a vu deux *Amylobacter* semblables, mais plus longs, à l'intérieur de la cellule. Voilà tout. Ces deux derniers, plus allongés, sont-ils bien les mêmes que les *deux ou trois* notés à l'extérieur? Ces mots *deux ou trois* témoignent de peu de rigueur dans l'observation.

(¹) On y lit : « Mais M. Trécul n'a vu alors ces êtres qu'à l'état adulte pour ainsi dire, dans cette période moyenne de leur développement où, après avoir cessé de s'allonger et de se diviser, et souvent aussi de se mouvoir, ils ont acquis de l'amidon sans l'avoir encore perdu.... »

» J'ai vu par milliers des *Amylobacter* dressés sur les membranes cellulaires, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur. De mes dessins en représentent de tels dans le *Traité du microscope* de notre confrère M. Robin (édit. de 1871, p. 934). Jamais je ne les ai vus traverser la membrane dans ces circonstances. J'en ai décrit d'autres passant réellement à travers la membrane cellulaire. Ce passage se faisait à la manière des fils mycéliens : « Des *Amy-*
» *lobacter* bien développés étaient évidemment engagés dans la petite ou-
» verture (celle des pores qui unissaient les cellules voisines), et avaient
» déjà donné lieu à quelques multiplications dans l'utricule adjacente
» (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 931). »

» J'étais donc bien en garde contre cette pénétration des *Amylobacter* qui pouvaient venir de l'extérieur.

» Voyons maintenant si, comme le dit M. Van Tieghem, je n'ai cherché les *Amylobacter* qu'à l'aide des réactifs iodés, et si je ne les ai observés qu'à l'état adulte et contenant déjà de l'amidon.

» Que je les aie découverts par l'emploi de l'iode, cela n'est pas douteux ; ils ne pouvaient être aisément distingués des autres formations analogues que par ce moyen. Mais, dès ma première Note (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 159), je les dis naître *sous la forme de granules d'abord globuleux*, s'allongeant sur deux côtés opposés et donnant ainsi de petits fuseaux, dont quelques-uns se coloraient en violet par l'iode, tandis que d'autres restaient incolores. En suivant avec soin ses préparations, il est fort aisé de s'assurer que jamais les granules primitifs n'ont été précédés par une génération d'*Amylobacter* adultes.

» Dans ma deuxième Communication (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 432 et suiv.), je décris aussi leur apparition sous la forme de germes granuleux et elliptiques, *qui parfois se colorent déjà en violet par l'iode*, et qui croissent en cylindres, en fuseaux ou en têtards.

» Dans ma troisième Communication, les mêmes faits sont rappelés par de nouvelles observations. En parlant de l'*Helianthus tuberosus* (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 517 et suiv.), je les décris comme d'abord en fins granules simples, chacun devenant ensuite cylindrique en s'allongeant; je les montre aussi se divisant avant de bleuir par l'iode ou tout en bleuissant déjà.

» J'ai donc observé leur jeune âge et ne les ai pas vus seulement à l'état adulte. Par conséquent, M. Van Tieghem n'est pas autorisé à conclure que mon opinion sur l'*hétérogénèse*, ou sur *la génération spontanée*, comme il dit, est uniquement fondée sur l'observation de tels *Amylobacter* adultes, qui,

suivant lui, seraient venus de l'extérieur dans les cellules. L'objection de M. Van Tieghem est donc tout à fait vaine et sans fondement.

» J'ai aussi indiqué la forme gélatineuse que prennent quelquefois les *Amylobacter* (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 518, 519 et 520); j'ai également décrit leur état anaérobien avec précision (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 792 et 1222, etc.): deux caractères que M. Van Tieghem dit avoir montrés. Il les a signalés, sans aucun doute, mais ils étaient déjà connus.

» J'ai même décrit divers états du jeune âge que mon contradicteur n'a pas reconnus, ou qu'il a négligés, peut-être parce qu'ils ne rentraient pas dans le cadre de sa théorie. Ainsi, pour l'apparition de l'amidon, M. Van Tieghem ne le voit que dans la deuxième période, ou période moyenne du développement, après qu'ils ont cessé de s'allonger et de se diviser, tandis que des corpuscules encore elliptiques peuvent déjà en présenter. Il en est de même pour les formes en têtard, dont la queue bleuit, dans beaucoup de cas, aussitôt qu'elle commence à poindre sur un côté du germe, qui constitue la tête.

» Tous ces faits, que j'ai signalés, ont été négligés par M. Van Tieghem, et ils ne l'ont pas empêché de dire que M. Trécul n'a vu les *Amylobacter* qu'à l'état adulte. C'est que, si cette dernière assertion était démontrée ou admise, l'opinion de M. Trécul sur l'hétérogénèse tomberait d'elle-même. On pourrait dire alors : « J'ai ainsi expliqué *très-simplement* les faits observés » par M. Trécul et *écarté un argument en faveur de la génération spontanée*, » auquel personne n'avait répondu. »

» Supprimer les observations sur lesquelles repose mon opinion, n'est-ce pas là, en effet, un moyen bien simple d'éliminer un argument embarrassant pour les adversaires de l'hétérogénie? C'est trop simple, et surtout trop clair, pour séduire les gens attentifs qui n'ont pas de parti pris.

» Je crois inutile de rappeler ici les bases de mon opinion, l'ayant déjà fait plusieurs fois. »

M. C.-W. **Borchardt** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire imprimé en allemand et portant pour titre : « Théorie des moyennes arithmético-géométriques de quatre éléments ».

« Dans les six premières pages de ce Mémoire, écrit M. Borchardt, j'ai exposé la voie qui m'a conduit à l'expression par une intégrale double hyperelliptique de cette moyenne, et j'espère que cette exposition sera assez claire pour suffire à ceux qui n'entreront pas dans les détails des calculs.

» Dans les deux dernières pages (95 et 96), j'ai présenté le résultat final dans une forme plus simple que celle qui est contenue dans ma publication de 1876. Les deux angles φ et ψ, qui sont les variables de l'intégrale double proportionnelle à la valeur réciproque de la moyenne, se présentent dans cette recherche comme la vraie extension de l'amplitude des intégrales elliptiques. »

MEMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les enveloppes fœtales du Tatou à neuf bandes.* Note de M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

« On sait que dans toute la classe des Mammifères, lorsque le même utérus contient à la fois plusieurs fœtus, chacun de ceux-ci possède un chorion qui lui est propre, aussi bien qu'une allantoïde et un amnios. Chez le Tatou à neuf bandes, il n'en est pas de même; les fœtus, au nombre de quatre, sont tous logés dans un chorion commun.

» Lorsque l'on ouvre l'utérus gravide de l'un de ces animaux, on y trouve une poche unique et pyriforme, à parois en partie minces et membraneuses, en partie épaisses et villeuses, qu'on serait tenté de prendre, au premier abord, pour le chorion d'un seul embryon. L'extrémité supérieure de ce sac est transparente et délicate; sa portion moyenne est, au contraire, épaisse, vasculaire et spongieuse; elle constitue une sorte de ceinture qui ressemble un peu au placenta d'un Carnassier, d'un Daman, d'un Éléphant ou d'un Oryctérope. Les bords de cette zone sont découpés en quatre lobes, à contour arrondi et en continuité avec la portion membraneuse adjacente du chorion. Celui-ci est mince et délicat dans toute la portion située au-dessous du placenta; on peut cependant y reconnaître l'existence de quelques arborisations vasculaires qui disparaissent vers le pôle de l'œuf correspondant au col de l'utérus.

» La ceinture placentaire, au lieu d'être alimentée comme chez les Carnassiers, par un seul faisceau de troncs vasculaires, reçoit par son bord supérieur quatre groupes d'artères et de veines qui se distribuent chacun dans l'un des quatre lobes dont il vient d'être question, et, en effet, cette zone villeuse n'est pas, comme chez les autres Mammifères, un organe unique; elle est composée, en réalité, de quatre placentas discoïdes et soudés entre eux par leurs bords latéraux. On en obtient la preuve quand on

ouvre le chorion, car on trouve dans l'intérieur de ce sac quatre fœtus serrés les uns contre les autres et enveloppés chacun dans sa poche amniotique ; celle-ci est bien distincte dans sa partie inférieure, mais elle se soude aux poches voisines dans la portion située au-dessus de la poche placentaire. Le cordon ombilical, très-allongé et non tordu en spirale, est contenu tout entier dans l'amnios; il va aboutir au point d'émergence des vaisseaux dans le placenta. Chez les fœtus dont le développement est peu avancé, les sacs amniotiques sont distincts et complets; mais, dans les derniers temps de la gestation, ils se soudent entre eux dans leurs points de contact, et les cloisons communes ainsi constituées tendent à disparaître, de façon à faire communiquer les cavités amniotiques les unes avec les autres.

» L'allantoïde de ces Tatous est fort peu développée; on ne voit extérieurement aucune trace de cette vésicule, mais, si l'on dissèque le cordon ombilical, on en retrouve les restes sous la forme d'une petite bande fibreuse en relation avec la vessie urinaire. L'ouraque constitué par la partie intra-abdominale de l'allantoïde s'élargit un peu et va déboucher à moitié distance entre le col de la vessie et le fond de cet organe.

» L'œuf utérin ainsi constitué se détache facilement des parois de la matrice. Les connexions entre les villosités placentaires et la surface correspondante de la poche incubatrice sont peu intimes; cependant la structure de ces parties semble indiquer l'existence d'une *caduque*, mais je n'ai pu m'assurer complétement de ce fait, n'ayant eu à ma disposition que des pièces conservées depuis quelque temps dans de l'esprit-de-vin.

» Chez plusieurs espèces de Tatous, où il n'y a qu'un seul petit par portée, la disposition du placenta n'offre rien de particulier; cet organe est alors discoïde et ressemble à l'un des lobes isolés de la ceinture vasculaire commune des Tatous cachicames (*Dasypus novemcinctus*).

» M. Kölliker, dans son Ouvrage sur le développement de l'Homme et des Mammifères, avait, en 1876, observé quelques-uns de ces faits, mais il les mentionne très-brièvement et avec beaucoup de réserves. En effet, il trouva quatre fœtus dans l'utérus d'un Tatou à neuf bandes, « contenus, dit-il, autant que j'ai pu m'en assurer, dans un chorion unique. » Mais le savant anatomiste ne donne aucune indication relative aux connexions de ces fœtus et à la disposition de leurs enveloppes; or ce mode d'arrangement organique mérite une étude attentive, car il soulève des questions d'une importance capitale relativement à l'origine et au développement des tuniques protectrices de l'embryon. Car le chorion peut avoir pour ori-

gine soit la couche granuleuse de la vésicule ovarienne ou un revêtement cellulaire déposé par les parois de l'oviducte, soit l'organisation du feuillet amniotique externe dépendant du fœtus. Mais comment comprendre l'inclusion de quatre embryons dans un seul et même chorion?

» Ce fait peut être expliqué de plusieurs manières.

» Si la vésicule de Graaf renfermait plusieurs ovules au lieu de n'en contenir qu'un seul, ils pourraient être tous englobés sous une même couche granuleuse, puis cette couche, accompagnant ce groupe d'ovules dans l'oviducte et enfin dans l'utérus, pourrait s'organiser ultérieurement en chorion primitif commun.

» Le même résultat pourrait être obtenu par la disparition de la couche granuleuse appartenant à chaque ovule et par l'inclusion des quatre ovules fécondés dans un dépôt plasmique fourni par les parois de l'oviducte ou de l'utérus; mais, pour que la poche commune ainsi constituée ne soit pas subdivisée intérieurement en autant de cavités distinctes qu'il y a d'embryons, il faudrait supposer que le chorion secondaire ou amniotique ne s'est pas développé ou qu'il a été promptement résorbé, ainsi que cela a lieu chez les oiseaux.

» Une autre hypothèse également admissible serait que les faux amnios des quatre embryons se soient confondus dans leurs points de contact, puis se soient résorbés partout ailleurs qu'à la périphérie, là où ils auraient été unis à la face interne du chorion primitif. J'incline à croire que c'est plutôt par ce dernier mécanisme que le chorion commun a pu être formé, parce que l'on voit des indices d'un phénomène analogue dans la perforation et la disparition partielle des lames accolées de l'amnios pendant les derniers temps de la gestation. Je dois dire cependant que je n'ai trouvé aucune trace des cloisons qui, dans cette hypothèse, auraient existé primitivement dans la cavité du chorion. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les eaux du Chéliff; quelques observations au sujet de la mer intérieure d'Algérie.* Note de M. BALLAND. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« I. — Le Chéliff prend naissance dans les environs de Tiaret. Il porte le nom de Nhar-Ouassel jusqu'aux marais de Kseria, qu'il traverse en allant

de l'ouest au nord-est, puis il descend vers le nord jusqu'au-dessus de Boghar; de là il incline vers le nord-ouest, franchit l'Atlas par les gorges d'Amourah et se jette à l'ouest, en passant au bas de Milianah et en longeant les remparts d'Orléansville. Il se perd dans la Méditerranée, un peu à l'est de Mostaganem, après avoir reçu plusieurs affluents. C'est le cours d'eau le plus important de l'Algérie.

« Au plus bas étiage, qui, généralement, ne dure que deux mois, du » 15 juillet au 15 septembre, le débit du Chéliff, à Orléansville, ne des- » cend pas au-dessous de 1500 litres par seconde et atteint souvent » 3000 litres. D'avril à octobre, il varie généralement de 3 à 5 mètres » cubes et au-dessus. Le débit d'hiver est de 50 à 60 mètres cubes; celui » des grandes crues ordinaires, de 400 mètres cubes : elles se produisent » depuis la fin d'août jusqu'à la fin de juin. Le débit des crues exception- » nelles dépasse 1100 mètres cubes ([1]). » Nous l'avons vu, dans la journée du 16 décembre 1877, atteindre 1448 mètres cubes. Ce chiffre a pu être exactement déterminé au barrage que l'on construit en ce moment en aval d'Orléansville pour amener l'irrigation de 12000 hectares de terres avoisinantes : la vitesse du courant était alors de $4^{m},5$ à la seconde.

» Dans cette région, comme dans toute la plaine du Chéliff, le fleuve roule sur des terres alluviennes et argilo-siliceuses, qui communiquent à l'eau une apparence louche. Par le repos, cette eau se dépouille facilement de ses matières terreuses; elle n'offre rien de désagréable ni au goût ni à l'odorat. Une analyse, faite à Orléansville dans le courant de mai 1878, nous a donné, pour 1 litre :

Acide carbonique	$0^{gr},13716$
» sulfurique	0,17989
» chlorhydrique	0,18436
Soude	0,18020
Potasse	0,00500
Chaux	0,09780
Magnésie	0,03800
Sesquioxyde de fer	0,00150
Alumine	0,00300
Silice	0,01100

([1]) Ces données sont extraites d'un travail de M. Lamairesse, sur le *barrage du Chéliff*, inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées*, t. VII, 1874.

» Cette composition élémentaire permet d'établir la composition hypothétique suivante :

	gr
Acide carbonique libre	0,0578
Bicarbonate de potasse	0,0097
» chaux	0,1195
» fer	0,0030
Sulfate de soude	0,0541
» chaux	0,1248
» magnésie	0,1140
Chlorure de sodium	0,2955
Alumine	0,0030
Silice	0,0110
Poids des combinaisons salines anhydres trouvées par le calcul	0,7924
Poids des combinaisons salines desséchées à + 100°, trouvées par l'expérience	0,7800

» Cette analyse représente à peu près la composition ordinaire des eaux du Chéliff en dehors de la période pluviale d'octobre à avril ([1]).

» II. — Les matières terreuses tenues en suspension dans le Chéliff sont constituées, en grande partie, par de la silice et de l'argile; elles contiennent, en faible proportion, du fer, de la chaux et de la magnésie. Leur poids est des plus variables; de 4 à 5 centigrammes (en mai), il peut s'élever à 27 grammes. Ce dernier chiffre nous a été fourni pendant la grande crue du 16 décembre 1877 (l'eau a été prise au milieu du fleuve et les matières desséchées à une température inférieure à 100 degrés).

» A ce moment, le Chéliff roulait donc, dans l'espace de vingt-quatre heures et avec un débit de 1448 mètres cubes à la seconde, jus-

([1]) L'acide borique n'ayant pas encore été signalé, du moins à notre connaissance, dans les eaux de l'Algérie, il nous a semblé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt, au point de vue de la constitution géologique des terrains variés traversés par le Chéliff ou ses affluents, à rechercher la présence de ce corps. Des essais tentés sur le résidu de plus de 20 litres d'eau nous ont fourni des résultats douteux avec le papier de curcuma et négatifs avec la flamme de l'alcool. Ces résultats ayant été confirmés par l'analyse des résidus que nous avons adressés à notre collègue M. Fleury, nous concluons à l'absence de l'acide borique dans les eaux du Chéliff.

Nous avons également constaté l'absence du cuivre (contrairement à une version locale), du brome, de l'iode, de l'acide nitrique et de l'acide phosphorique. Il n'y a que des traces de matières organiques en dissolution.

qu'à 3 777 894 tonnes de matières terreuses. C'est une masse qui, répartie d'une façon uniforme sur une surface de *trois cents hectares* (3 kilomètres carrés) donnerait une couche de près de 1 mètre.

» Cette proportion, tout anormale qu'elle soit, donne une idée des dégâts qu'entraîne parfois en Algérie le débordement des rivières; tel ruisseau, insignifiant en apparence, peut se transformer subitement en fleuve pendant la saison des pluies. Cette observation n'est point particulière aux rivières du Tell, qui vont se jeter dans la Méditerranée; elle s'applique également aux rivières du Sahara (et elles sont nombreuses), qui vont se perdre dans les chotts. Nous citerons entre autres l'Oued-Djedi, qui part des confins du Djebel-Amour, à l'ouest de Laghouat, et traverse à peu près en ligne droite 5 degrés de longitude, pour aboutir au chott Melghigh, au sud-est de Biskra; on sait que son lit atteint quelquefois jusqu'à 1 kilomètre de large.

» La quantité de terre et de sable entraînée par tous les torrents qui se déversent dans les chotts doit donc être énorme; il convient d'y joindre les sables déplacés par les vents. C'est là une objection dont ne paraissent point s'être suffisamment préoccupés les partisans d'une mer intérieure en Algérie [1], et qui semble avoir quelque valeur, à côté de celle qui a été soulevée à propos de l'énergique évaporation constatée en ces régions [2].

» En admettant même, avec M. Roudaire, l'existence d'un contre-courant entre la Méditerranée et la mer projetée, ce contre-courant pourra-t-il s'opposer à un ensablement plus ou moins partiel? Il est permis d'en douter, quand on voit, sur nos côtes, avec quelle étonnante rapidité les eaux douces se dépouillent de leurs matières terreuses au contact de l'eau de mer, et quand on songe, d'autre part, qu'un grand lac couvrait autrefois l'emplacement des chotts et que l'Égypte actuelle a été un golfe comblé peu à peu par les alluvions du Nil [3]. »

M. P. **Drouard** adresse des « Notes sur le Sahara algérien ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

---

(1) *Une mer intérieure en Algérie*; par M. Roudaire (*Revue des Deux-Mondes*, avril 1874).

(2) La Commission chargée par l'Académie des Sciences d'examiner le projet Roudaire estime à 39 690 000 mètres cubes l'évaporation *quotidienne* pour une surface de 13 230 kilomètres carrés.

(3) *Observations sur la vallée d'Égypte et sur l'exhaussement séculaire du sol qui la recouvre*; par M. Girard (*Recueil des observations faites pendant l'expédition d'Égypte. — Histoire naturelle*; t. II, p. 343).

M. H. **Durrande** adresse une Note portant pour titre : « Des surfaces et des courbes caractérisant le mode de déplacement d'un système de points. »

(Commissaires : MM. Bonnet, Bouquet, Puiseux.)

M. A. **Gaudin** adresse une Note intitulée : « Constitution et forme cristalline de l'harmotome ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.

M. **Korteweg** adresse une rectification à sa Note récente, concernant le phénomène électrique observé par M. *Duter*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. F. **Garrigou** adresse une Note intitulée : « Marche générale de l'analyse des eaux minérales ».

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy, Damour.)

M. Ch. **Lasserre**, M. **Leprestre** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *A. Terquem*, intitulée : « Sur les courbes dues à la combinaison de deux mouvements vibratoires perpendiculaires ». (Cette brochure est présentée à l'Académie par M. Fizeau.)

M. E. **Stéphan**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Marseille.* Dépêche de M. **Stéphan**, communiquée par M. Mouchez.

« Marseille, 1er mars 1879.

» Nuit dernière, planète par Coggia.

Temps moyen de Marseille		$16^h 28^m$
Ascension droite de (193)		$11^h 29^m 31^s$
Distance polaire de (193)		$84° 58' 42''$
Mouvements diurnes	en Æ	-60^s
	en DP	$-6'$

12e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Extrait d'une Lettre du* P. **Ferrari** *à M.* Mouchez, *relativement à la planète intra-mercurielle.*

« Ayant eu l'occasion d'instituer des recherches sur l'observation célèbre de M. de Cuppis, du 2 octobre 1839, pour satisfaire au désir du professeur Oppolzer, qui s'occupe de la détermination des éléments de Vulcain, j'ai eu connaissance d'une observation importante du R. P. de Vico sur ce sujet, qui a échappé à Le Verrier dans son « Examen des observations qu'on a présentées à diverses époques comme appartenant aux passages d'une planète intra-mercurielle (¹). »

» Voici les documents inconnus jusqu'à présent, quoique imprimés.

» Dans les *Mémoires de l'Observatoire du Collége romain pour* 1838, page 15, on lit, sous le titre *Osservazioni delle macchie solari :*

« Le osservazioni delle macchie solari si fanno pressoche ogni giorno ad un micrometro filare col telescopio di Cauchoix. Esse uniscano principalmente a sicurarsi che oltre le cosi dette macchie del Sole, non d'abbia alcun' altra causa di simili apparenze, quali sarebbero p. e. i passaggi di qualche asteroide, *come ci avvenne di notare nel* 1837. »

» Dans ce Rapport, manque la date du jour et du temps du passage, mais heureusement M. de Cuppis, ami et souvent collaborateur du R. P. de Vico, dans le journal *l'Album* (5ᵉ année, 7 juillet 1838) parle de cette observation dans les termes suivants :

« In una osservazione del 12 luglio 1837 parve al sullodato astronomo (il P. de Vico) del Collegio romano veder rinnovato il fenomeno, in una piccolissima macchia perfettamente rotonda e senza traccia della cosi detta penombra, la quale nel breve spazio di 6 ore trascorse buona parte del disco solare.

» Je crois cette Notice de quelque importance, car il s'agit de l'observation faite par un astronome aussi distingué que le P. de Vico et qui pourra, avec les autres, jeter de la lumière dans la question maintenant agitée d'une planète intra-mercurielle. »

ASTRONOMIE. — *Formules relatives à la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. **de Gasparis.**

« Je donne ici une partie de la correction à faire aux coordonnées elliptiques au temps J après le temps t pour lequel on a les valeurs x, y, z et

(¹) *Comptes rendus*, séances du 18 et du 25 septembre 1876.

leurs dérivées x', y', z'. Cette correction, donnée par une série qui procède suivant les puissances de J, a pour le coefficient de hJ^4 (h étant un facteur constant de l'ordre de la masse troublante m_2) l'expression suivante, et qui se rapporte à l'abscisse x_1 de la masse troublée m_1. Le cinquième terme de la serie étant chJ^4, on a (les termes premier et second étant zéro)

$$\begin{aligned}
C = {} & \frac{x_1}{r_1^3 \rho_{12}^3} - \frac{x_2}{r_2^3 \rho_{12}^3} - \frac{(m_1+m_2)(x_2-x_1)}{\rho_{12}^6} + \frac{(4m_2)x_2}{r_2^6} + \frac{m_1 x_1}{r_1^3 r_2^3} + \frac{m_1(x_2-x_1)}{r_2^3 \rho_{12}^3} \\
& - \frac{6(x'_2-x'_1)\rho'_{12}}{\rho_{12}^4} + \frac{15(x_2-x_1)\rho'^2_{12}}{\rho_{12}^5} + \frac{6x'_2 y'_2}{r_2^4} - \frac{12 x_2 r'^2_2}{r_2^5} - \frac{3(x_2-x_1)^2}{\rho_{12}^5} \\
& \times \left[\frac{x_1}{r_1^3} - \frac{x_2}{r_2^3} - \frac{(m_1+m_2)(x_2-x_1)}{\rho_{12}^3}\right] - \frac{3(x_2-x_1)(x'_2-x'_1)^2}{\rho_{12}^5} - \frac{3x_2^2}{r_2^5} \\
& \times \left[\frac{m_1(x_2-x_1)}{\rho_{12}^3} + \frac{(1+m_2)x_2}{r_2^3} + \frac{m_1 x_1}{r_1^3}\right] - \frac{3(x_2-x_1)(y_2-y_1)}{\rho_{12}^5} \\
& \times \left[\frac{y_1}{r_1^3} - \frac{y_2}{r_4^3} - \frac{(m_1+m_2)(y_2-y_1)}{\rho_{12}^3}\right] - \frac{3(x^2-x_1)(y'_2-y'_1)^2}{\rho_{12}^5} - \frac{3x_2 y_2}{r_2^5} \\
& \times \left[\frac{m_1(y_2-y_1)}{\rho_{12}^3} + \frac{(1+m_2)y_2}{r_2^3} + \frac{m_1 y_1}{r_1^3}\right] - \frac{3(x_2-x_1)(z_2-z_1)}{\rho_{12}^5} \\
& \times \left[\frac{z_1}{y_1^3} - \frac{z_2}{y_2^3} - \frac{(m_1+m_2)(z_2-z_1)}{\rho_{12}^3}\right] - \frac{3(x_2-x_1)(z'_2-z'_1)^2}{\rho_{12}^3} - \frac{3x_2 z_2}{r_5^2} \\
& \times \left[\frac{m_1(z_2-z_1)}{\rho_{12}^3} + \frac{(1+m_2)z_2}{r_2^3} + \frac{m_1 z_1}{r_1^3}\right] + \frac{3x_2}{r_2^4}\,\frac{x'^2_2 + y'^2_2 + z'^2_2 - r'^2_2}{r_2}.
\end{aligned}$$

» Je vous communique aussi les deux séries suivantes, avec prière de les publier avec ce qui précède.

» En exprimant en parties du rayon les anomalies E et M, j'ai trouvé

$$\begin{aligned}
E &= \frac{M}{1-e} - \frac{M^3}{6}\frac{e}{(1-e)^4} - \frac{M^5}{120}\frac{e+9e^2}{(1-e)^7} - \frac{M^7}{5040}\frac{e+54e^2+225e^3}{(1-e)^{10}} + \cdots, \\
\frac{r}{a} &= 1 - e + \frac{M^2}{2}\frac{e}{(1-e)^2} + \frac{M^4}{24}\frac{e+3e^2}{(1-e)^5} + \frac{M^6}{720}\frac{e+24e^2+45e^3}{(-e)^8} \\
& \quad - \frac{M^8}{40320}\frac{e+97e^2+947e^3+1755e^4}{(1-e)^{11}};
\end{aligned}$$

on peut aussi avoir, en fonction de M, $\sin v$, $\cos v$ $\tang \frac{1}{2} v$ et autres éléments, ce qui est d'un très-grand secours dans le calcul des perturbations, par le lien très-simple qui a lieu entre M et le temps t. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la multiplication des fonctions elliptiques.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« En étudiant la multiplication de l'argument dans les fonctions elliptiques, j'ai été conduit à envisager une classe de polynômes entiers à deux

variables qui jouissent de propriétés curieuses. C'est ce que je vais succinctement exposer.

» Considérons la fonction H(z) de Jacobi. Écrivons, pour abréger, H_a au lieu de $H(az)$, et rappelons ce cas particulier d'une formule bien connue :

$$(1)\quad H_{a-b}H_{a+b}H_{c-d}H_{c+d}+H_{b-c}H_{b+c}H_{a-d}H_{a+d}+H_{c-a}H_{c+a}H_{b-d}H_{b+d}=0.$$

» Le premier membre de cette équation est doublement homogène : il est homogène et du quatrième degré par rapport à la lettre H ; il est homogène et du poids $2(a^2+b^2+c^2+d^2)$, si l'on envisage H_a comme du poids a^2. Formons la fonction doublement périodique

$$(2)\qquad g_m = H(mz)\,H(z)^{\frac{m^2-4}{3}}\,H(2z)^{-\frac{m^2-1}{3}},$$

qui est de degré et de poids zéro. Il est manifeste que l'équation (1) a également lieu si l'on y remplace la lettre H par la lettre g de même indice. La quantité g_0 est nulle, g_1 et g_2 sont égales à l'unité. J'introduis spécialement g_3 et g_4, et, pour éviter les exposants fractionnaires, je prends le cube de g_3. Je pose donc

$$(3)\qquad x = g_3^3 = \frac{H^3(3z)\,H^5(z)}{H^8(2z)},\quad y = g_4 = \frac{H(4z)\,H^4(z)}{H^5(2z)}.$$

» Je dis maintenant que *la quantité g_m est un polynôme entier en x, y quand m est un entier non divisible par 3 : quand m est un multiple de 3, g_m est le produit d'un tel polynôme par $x^{\frac{1}{3}}$. Ces polynômes ont pour coefficients des nombres entiers et ne contiennent pas explicitement le module.*

» Effectivement, on a comme cas particuliers de (1) les deux formules

$$(4)\qquad g_{2n+1} = g_{n+2}\,g_n^3 - g_{n-1}\,g_{n+1}^3,\quad g_{2n} = g_n\,(g_{n+2}\,g_{n-1}^2 - g_{n-2}\,g_{n-1}^2),$$

qui permettent de calculer successivement $g_5, g_6, \ldots$, sous forme de polynômes entiers en $x^{\frac{1}{3}}$ et y ; mais, si m n'est pas divisible par 3, g_m est une fonction uniforme de z et ne peut contenir que des puissances entières de g_3^3 ou x ; et, si m est divisible par 3, il en est de même de $g_m x^{-\frac{1}{3}}$. Laissant de côté les fonctions elliptiques, on peut donc énoncer la proposition suivante, concernant des polynômes entiers, et dont la seconde partie s'apercevra aisément :

» *Si, au moyen des formules recurrentes* (4) *et des valeurs initiales* $g_1 = 1$,

$g_2 = 1$, $g_3 = x^{\frac{1}{3}}$, $g_4 = y$, *on calcule une série de polynômes* g_m, *entiers sauf le facteur* $x^{\frac{1}{3}}$ *qui s'y trouve quand* m *est un multiple de* 3, *ces polynômes vérifient toujours la relation* (1). *Si* n *est un diviseur de* m, g_n *divise exactement* g_m.

» Voici les premiers de ces polynômes :

$$g_5 = y - x, \quad g_6 = x^{\frac{1}{3}}(y - x - y^2), \quad g_7 = (y - x)x - y^3,$$
$$g_8 = y[(y - x)(2x - y) - xy^2], \quad \ldots.$$

A ces polynômes se rattache une équation différentielle jouissant d'une propriété singulière. Pour l'obtenir, faisons usage de la formule suivante, où $Z(z)$ désigne la dérivée logarithmique de $H(z)$:

$$(5) \quad Z(a) + Z(b) + Z(c) - Z(a+b+c) = H'(0)\frac{H(a+b)H(b+c)H(c+a)}{H(a)H(b)H(c)H(a+b+c)},$$

qui a été donnée sous une forme un peu différente par M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 731), et que l'on peut tirer de la formule (1). Il suffit, à cet effet, de différentier dans (1) par rapport à z, de faire ensuite $d = a$ et de changer convenablement les lettres. Dans (5), remplaçons a, b, c par az, bz, cz, et introduisons au second membre les fonctions g. J'obtiens ainsi

$$(6) \quad Z(az) + Z(bz) + Z(cz) - Z(a+b+c)z = H'(0)\left[\frac{H(2z)}{H^4(z)}\right]^{\frac{1}{3}}\frac{g_{a+b}g_{b+c}g_{c+a}}{g_a g_b g_c g_{a+b+c}}.$$

» Définissons maintenant une nouvelle fonction $\varphi(m)$ par l'égalité

$$\frac{1}{m}Z(mz) - Z(z) = H'(0)\left[\frac{H(2z)}{xH^4(z)}\right]^{\frac{1}{3}}\varphi(m).$$

On conclut aisément de (6) que, pour toute valeur entière de m, $\varphi(m)$ est une fonction rationnelle de x, y. On a notamment

$$(7) \quad \begin{cases} \varphi(1) = 0, & \varphi(2) = -\frac{1}{4}(y+1), \\ \varphi(3) = -\frac{1}{3}, & \varphi(4) = -\frac{1}{8}\frac{2x + y(y+1)}{y}, \quad \ldots. \end{cases}$$

» Dérivons maintenant par rapport à l'argument dans les équations (3) et divisons membre à membre ; nous obtenons ainsi

$$\frac{x\,dy}{y\,dx} = \frac{4Z(4z) + 4Z(z) - 10Z(2z)}{9Z(3z) + 5Z(z) - 16Z(2z)} = \frac{16\varphi(4) - 20\varphi(2)}{27\varphi(3) - 32\varphi(2)};$$

d'où, en vertu de (7), l'équation suivante :

$$(8)\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{3y(y+1)-4x}{8y-1}.$$

» Je reviendrai, dans une autre occasion, sur l'intégration *algébrique* de cette équation. Quant à présent, nous pouvons y reconnaître une propriété dont il ne paraît exister aucun exemple connu. L'équation (8) s'intègre par les fonctions elliptiques au moyen des formules (3), c'est-à-dire que ces formules, où l'on envisage z comme un paramètre à éliminer et *le module comme la constante arbitraire*, fournissent l'intégrale générale. Mais nous pouvons y remplacer z par mz, introduire, au lieu des fonctions H, les fonctions g, et nous obtenons la proposition suivante :

» *Soit l'équation différentielle*

$$\frac{dY}{dX} = \frac{3Y(Y+1)-4X}{8Y-1};$$

si l'on prend pour nouvelles variables x, y, en posant

$$(9)\qquad X = \frac{g_{3m}\,g_m^5}{g_{2m}^8},\quad Y = \frac{g_{4m}\,g_m^4}{g_{2m}^5},$$

la transformée en x, y coïncide exactement avec l'équation proposée. En d'autres termes, *l'équation différentielle se transforme en elle-même par toutes les substitutions rationnelles de la forme* (9).

» On remarquera que la substitution qui correspond à un nombre composé se réduit à la succession des substitutions qui correspondent à ses diviseurs, mais qu'à tout nombre premier correspond une substitution nouvelle. La plus simple de ces substitutions ($m=2$) est la suivante :

$$X = \frac{x(y-x-y^2)^3}{y^8},\quad Y = \frac{(y-x)(2x-y)-xy^2}{y^4},$$

dont on peut assez aisément faire la vérification. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Résolution d'une classe de congruences.* Note de M. **A.-E. Pellet**, présentée par M. Hermite.

« Soit à résoudre la congruence

$$At^m + Bu^n + C \equiv 0 \pmod{p},$$

p étant premier et aucun des nombres A, B, C n'étant divisible par p.

» Désignons par d le plus grand commun diviseur de m et $p-1$, et par d_1 le plus grand commun diviseur de n et $p-1$, et posons

$$x \equiv t^m \pmod{p},$$

d'où

$$u^n \equiv -\frac{Ax+C}{B} \pmod{p};$$

x devra satisfaire aux deux congruences

$$(1)\quad x\left(x^{\frac{p-1}{d}}-1\right)\equiv 0,\quad (C+Ax)\left[\left(-\frac{Ax+C}{B}\right)^{\frac{p-1}{d_1}}-1\right]\equiv 0 \pmod{p}$$

» Réciproquement, à toute racine commune à ces deux congruences correspondent dd_1 systèmes de solutions de la congruence proposée; si donc μ est le nombre de ces racines communes, celle-ci a μdd_1 systèmes de solutions.

» Supposons $m=n=2$; les congruences (1) deviennent

$$x\left(x^{\frac{p-1}{2}}-1\right)\equiv 0,\quad (Ax+C)\left[\left(-\frac{Ax+C}{B}\right)^{\frac{p-1}{2}}-1\right]\equiv 0 \pmod{p}.$$

» Elles ont au moins une racine commune; en effet, si elles n'en avaient pas, la seconde coïnciderait avec

$$x^{\frac{p-1}{2}}+1\equiv 0 \pmod{p},$$

qui lui est de degré inférieur.

» On voit même facilement qu'il y en a au moins deux si $p>3$. D'où le théorème de Lagrange :

» *Si p est un nombre premier, on peut trouver deux entiers t et u inférieurs à $\frac{p}{2}$, tels que*

$$At^2+Bu^2+C$$

soit divisible par p. »

PHYSIQUE. — *Du pouvoir émissif des flammes colorées.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« J'appellerai, selon l'usage, pouvoir émissif d'une flamme pour la longueur d'onde λ le rapport de l'intensité du rayon de longueur d'onde λ, émis par la flamme, à l'intensité du même rayon, émis par le corps A,

doué d'un pouvoir absorbant égal à l'unité, et porté à la température de la flamme. Les observations spectroscopiques nous apprennent que d'ordinaire ce pouvoir émissif p est très-variable avec la longueur d'onde, et n'a que des valeurs très-petites en dehors de certaines limites, qui sont souvent assez resserrées pour que la lumière de chaque raie paraisse homogène. Toutefois, comme p est au plus égal à 1, et que le rayonnement de A se compose, selon toute vraisemblance, d'une infinité de rayons, une raie lumineuse ne donnerait qu'une quantité de lumière infiniment petite si p n'avait de valeur sensible que pour une valeur unique de λ; de même, dans cette hypothèse, une raie d'absorption serait absolument invisible. On doit donc regarder p comme une fonction continue de λ, dont les maxima constituent les raies lumineuses, et qui, dans les intervalles des raies, devient très-petite sans s'annuler entièrement, et forme alors les spectres continus plus ou moins marqués qui accompagnent toujours les raies.

» La quantité totale de lumière rayonnée par la vapeur incandescente entre deux longueurs d'onde très-voisines λ_1 et λ_2 sera $\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} p\,d\lambda$, à un facteur près qui dépend de l'unité photométrique. Si λ_1 et λ_2 sont pris de part et d'autre d'une raie, et assez loin de celle-ci pour que p n'ait plus que des valeurs insensibles, $\int p\,d\lambda$ prend une valeur déterminée et indépendante des limites; c'est alors l'*éclat de la raie*, à un facteur constant près.

» La connaissance de la forme que prend la fonction p au voisinage de son maximum présente de l'intérêt à plusieurs points de vue. Sans traiter complétement le problème, on peut déterminer quelques conditions auxquelles doit satisfaire cette fonction (1).

» Dans des Notes antérieures (2), j'ai donné les valeurs du rapport K, suivant lequel s'accroît l'éclat de la raie, quand l'épaisseur de la couche homogène de vapeur est doublée. En appliquant le principe de l'égalité des pouvoirs émissifs et absorbants, il vient (3)

$$2 - K = \frac{\int p_2\,d\lambda}{\int p\,d\lambda}.$$

Nous avons aussi

$$I = \int p\,d\lambda,$$

(1) La discussion des mesures faites sur la transparence des flammes colorées permet de déterminer la fonction p d'une manière plus complète; je reviendrai donc sur ce point.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 878 et 1078.

(3) En effet, pour un rayon homogène, le pouvoir émissif, étant p avec l'épaisseur 1, devient $p + p(1 - p)$ avec l'épaisseur 2.

en appelant I l'éclat de la raie, mesuré en prenant pour unité photométrique la quantité de lumière rayonnée par le corps A défini plus haut, entre des limites λ et $\lambda + 1$, λ étant voisin de la longueur d'onde de la raie considérée.

» Mes dernières expériences m'ont donné la valeur approchée de I. Pour faire cette mesure, on ne peut songer à employer le corps A, qui n'est pas réalisable, mais on y supplée par l'application du théorème suivant, qu'il suffira d'énoncer :

Soit un corps B, *donnant un spectre continu; si nous plaçons devant* B *notre flamme colorée, la raie que nous considérons cessera de paraître, soit comme raie brillante, soit comme raie obscure, si, dans la partie du spectre où elle se trouve, le rayonnement de* B *est égal à celui de* A.

» L'expérience se fait avec la lumière Drummond, convenablement réglée pour réaliser cette condition. L'image de la chaux incandescente est projetée sur la fente du spectroscope photométrique, et les rayons traversent les flammes, qui sont produites par la méthode décrite antérieurement, et qui ont la température maximum que peut donner un mélange de gaz et d'air. Les mesures ont été faites sur la double raie du sodium; les résultats sont rapportés à la flamme qui donne $k = 1,9$, et l'unité de longueur est le dix-millionième de millimètre. Quatre séries, faites dans des conditions assez différentes, ont donné pour I : 0,038; 0,041; 0,043 et 0,046; soit en moyenne 0,042.

» De ce résultat et des mesures antérieures, on peut déduire la valeur de I pour la raie D_1 séparément, dans la flamme qui donne $K = 1,9$ pour cette raie; on trouve ainsi 0,024. Pour la raie D_2, et dans la flamme qui donne $K = 1,9$ pour cette raie, on trouve de la même façon sensiblement le même nombre. Une expérience de vérification, faite directement sur D_2, a donné 0,020.

» Ainsi, pour une flamme et une raie déterminées, on connaît $\int p d\lambda$ et $\int p^2 d\lambda$. Mes anciennes expériences ont établi :

» 1° Que $\int p^2 d\lambda$ est lié à $\int p d\lambda$ par une relation qui ne dépend ni de l'épaisseur de la flamme ni de la densité de la vapeur, ni même de la température dans des limites assez étendues.

» 2° Que $\frac{(\int p d\lambda)^2}{\int p^2 d\lambda}$ a une valeur Q indépendante de l'éclat de la raie, tant que celui-ci est très-petit; l'éclat augmentant, cette valeur augmente indéfiniment.

» Pour avoir une idée plus nette de ces résultats, donnons à la fonc-

tion p une forme très-simple, et telle qu'elle satisfasse à nos conditions. Supposons que p est constant et égal à P entre deux longueurs d'onde λ' et λ'', et s'annule en dehors de ces limites. Il vient

$$P = \frac{\int p^2 d\lambda}{\int p d\lambda} = 2 - K,$$
$$\lambda'' - \lambda' = \frac{(\int p d\lambda)^2}{\int p^2 d\lambda} = \frac{I}{2 - K}.$$

Nous venons de voir que, soit pour D_1, soit pour D_2, lorsque $K = 1,9$, on a $I = 0,024$; on a par suite $\lambda'' - \lambda' = 0,24$. Pour cette flamme, Q a déjà sensiblement sa valeur minimum, qui est donc égale à 0,24, et c'est ainsi le minimum de $\lambda'' - \lambda'$.

» L'éclat augmentant, $\lambda'' - \lambda'$ augmente indéfiniment, et P augmente d'abord, puis devient sensiblement constant et égal à 0,6.

» La valeur minimum de $\lambda'' - \lambda'$ est donc le $\frac{1}{25}$ de la distance de D_1 à D_2, qui vaut 6 de nos unités. Cette largeur est relativement considérable; aussi les raies du sodium ne paraissent-elles jamais étroites avec des spectroscopes puissants (¹).

» Cette limite, égale à 0,24 pour les raies du sodium, est plus grande pour la raie rouge du lithium, plus petite pour la raie violette du calcium; les différences sont considérables, et je me propose de mesurer ces constantes aussi exactement que possible (²). »

(¹) *Voir* à ce sujet une Note de M. Thollon, p. 80 de ce volume.

(²) On voit qu'il existe une analogie remarquable entre $\lambda'' - \lambda'$ d'une part, et P, de l'autre, avec la *durée* et l'*intensité* d'un courant dit instantané, telles qu'on les définit au moyen du galvanomètre et de l'électro-dynamomètre. Dans les deux cas, on introduit une simplification arbitraire qui revient à remplacer l'espace compris entre l'axe des temps ou des λ et la courbe représentative de la fonction considérée, par un rectangle ayant même centre de gravité et même surface. La base de ce rectangle est la *durée* du courant, ou la *largeur* de la raie $\lambda'' - \lambda'$; ce nombre peut donner une idée de la fonction dont il s'agit, mais il ne peut suppléer, dans bien des cas, à sa connaissance complète.

Cette remarque trouve son application dans la théorie des anneaux d'interférence donnés par des flammes colorées. Si les raies du sodium avaient la constitution que nous avons admise, les anneaux disparaîtraient pour une différence de marche de 24500 longueurs d'onde; on sait, au contraire, que cette différence de marche peut dépasser quelque peu 50000 longueurs d'onde. Ces deux résultats ne sont pas contradictoires, car ce qui détermine la visibilité des anneaux, c'est la largeur de la partie la plus brillante de la raie, et non la quantité $\lambda'' - \lambda'$ que nous avons considérée.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption du didyme et de quelques autres substances extraites de la samarskite.* Note de M. **J.-L. Soret.**

« Les deux Communications récentes de M. Lecoq de Boisbaudran, sur le didyme retiré de la samarskite, et sur de nouvelles raies spectrales observées dans des substances extraites du même minéral (¹), m'engagent à présenter à l'Académie quelques nouvelles observations sur cette question si complexe des métaux formant les groupes de l'yttria et de la cérite.

» M. Marignac a eu l'obligeance de me remettre, pour en étudier le spectre d'absorption, un chlorure de didyme qu'il a extrait de la samarskite de la manière suivante. Les terres brutes de ce minéral, converties en azotates, ont été soumises d'abord à une série de décompositions partielles par la chaleur. Le produit qui résiste le plus à cette décomposition, et dans lequel se concentrent surtout l'yttria et le didyme, a été ensuite redissous dix ou douze fois et précipité de nouveau par le sulfate de potasse en excès, opération qui est censée séparer complétement le didyme. L'équivalent du produit ainsi traité s'est successivement abaissé de 116 à 112,8, par l'élimination d'une terre qui retient en dissolution une certaine quantité de didyme. M. Marignac estime que ces précipitations n'ont point suffi à isoler entièrement le didyme, mais il n'a pu jusqu'ici pousser plus loin la purification.

» Le chlorure de didyme résultant de cette préparation est en dissolution à 50 équivalents d'eau. Je l'ai examiné au spectroscope, en le comparant avec un chlorure de didyme d'ancienne provenance, sensiblement au même état de concentration.

» Dans toute la partie la moins réfrangible du spectre, du rouge au vert, je n'ai pu reconnaître entre les deux produits aucune différence appréciable, ni comme position, ni comme intensité des raies; le spectre répond, d'ailleurs, très-exactement aux figures de l'Ouvrage de M. Lecoq de Boisbaudran.

» Les différences commencent à se manifester dans le bleu et l'indigo, où je retrouve bien les mêmes raies, mais avec des différences d'intensité relative incontestables.

» Les raies du bleu $\lambda = 482,2$ et $\lambda = 469,1$, ainsi que la bande indigo

(¹) *Comptes rendus*, 17 février 1879.

$\lambda = 444$ (pour le centre), sont parfaitement visibles sur le didyme de la samarskite, mais elles sont notablement moins marquées que dans l'autre produit. On remarquera l'analogie de cette observation avec celles de M. Delafontaine ([1]). Doit-on tirer de là la conséquence que le didyme de la cérite contient en réalité deux métaux, comme M. Delafontaine en a suggéré l'idée? Je pense que l'on ne saurait être trop réservé dans les déductions de cet ordre; toutefois, ces différences d'intensité, rapprochées du fait constaté par M. Delafontaine et par M. Lecoq de Boisbaudran, que dans le didyme de la samarskite impure ces raies bleues ne sont pas visibles, méritent certainement d'attirer l'attention des chimistes. J'ajoute que, dans l'examen de verres à base de didyme comparés au métal en dissolution, j'ai constaté, à côté d'autres différences sensibles, l'absence ou l'affaiblissement de raies dans le bleu et l'indigo.

» Si les trois raies dont je viens de parler sont moins marquées dans le didyme de la samarskite, il n'en est pas de même des deux autres raies du bleu $\lambda = 475,8$ et $\lambda = 461,8$, qui, peu visibles, surtout la dernière, dans le didyme de la cérite, prennent une assez grande intensité dans l'autre produit et deviennent au moins aussi visibles que les deux autres raies bleues. Dans le didyme de la samarskite, la plus forte de ces quatre raies est la plus réfrangible, qui est, au contraire, la plus faible dans le didyme ordinaire. Les intervalles compris entre la première et la seconde raie, d'une part, et la troisième et la quatrième, d'autre part, sont sombres, tandis que les deux raies du milieu sont séparées par un intervalle très-clair. Ces faits me semblent s'expliquer en admettant que le produit de la samarskite sur lequel j'ai opéré contient de la terre de M. Lecoq de Boisbaudran, caractérisée par les bandes $\lambda = 486$ à 474 et $\lambda = 463$ à 464.

» La raie très-fine et très-nette située un peu après G, $\lambda = 427,4$, se retrouve dans les deux produits sensiblement avec la même intensité.

» Les différences sont encore plus manifestes dans le violet et l'ultraviolet, où le didyme de la samarskite présente des raies nouvelles et des raies déjà connues, mais beaucoup plus intenses.

» Ainsi, on remarque une bande d'absorption peu intense entre G et *h* ($\lambda = 419$ à 415), puis une bande plus étroite, rapprochée de *h* et plus réfrangible ($\lambda = 408$ à 406). Vient ensuite une bande d'une énorme intensité, un peu moins réfrangible que H; elle est très-noire et d'une largeur égale à l'espace occupé par les raies H et K réunies; elle coïncide avec la

([1]) *Comptes rendus*, 28 octobre 1878.

raie beaucoup moins marquée que j'ai signalée à cette place, soit dans la terbine, soit dans le didyme de la cérite[1]. Il me paraît probable que, dans les trois cas, cette bande est due à la même substance, très-abondante dans le didyme de la samarskite, en beaucoup moins grande quantité dans la terbine, en proportion minime dans le didyme de la cérite.

» Dans l'ultra-violet, la raie μ du didyme ($\lambda = 375$ à 373) est beaucoup plus marquée dans le produit de la samarskite. On observe, en second lieu, une bande ($\lambda = 365$ à 360 environ) sur les quatre premières raies solaires du groupe N, invisible avec le didyme de la cérite. Je n'ai pu jusqu'ici pousser plus loin les observations.

» Ces faits mettent en évidence l'existence, dans le produit de la samarskite, d'une substance, au moins, différente du didyme. Il serait très-intéressant de rechercher si ces raies violettes et ultra-violettes se retrouvent dans la terre étudiée par M. Lecoq de Boisbaudran.

» Relativement aux bandes bleues qui caractérisent cette dernière terre, j'ajoute que j'ai quelquefois observé des raies dans des positions voisines ou identiques. Ainsi, dans les produits extraits de la gadolinite, contenant surtout de l'erbine et de la terre que j'ai désignée par X, j'ai observé deux raies, l'une $\lambda = 474$ environ, l'autre, plus étroite, $\lambda = 468$. Dans certains produits de la samarskite, j'ai observé les mêmes raies, une légère bande $\lambda = 462$ environ, et quelquefois une bande coïncidant à peu près avec G (cette dernière observation est douteuse).

» Enfin, dans les produits riches en erbine, on observe une raie étroite dans l'indigo, $\lambda = 443$ environ, que j'attribue à l'erbine et qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfocyanate d'ammonium sur l'acétone monochlorée.* Note de MM. T.-H. **Norton** et J. **Tcherniak**, présentée par M. Wurtz.

« Le sulfocyanate d'ammonium en solution alcoolique réagit d'une manière bien remarquable sur l'acétone monochlorée; au lieu de la sulfocyanacétone, dont on devrait attendre la formation, on constate la production d'une belle matière cristallisée, fusible à 114 degrés, qui renferme

$$C^5H^7Az^3S^2.$$

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, août 1878.

» Cette matière représente le sulfocyanate d'une base $C^4H^6Az^2S$. Elle se forme d'après l'équation

$$C^3H^5OCl + 2AzH^4SCAz = H^2O + AzH^4SCAz + C^4H^6Az^2S, HSCAz.$$

» Nous nous abstenons d'émettre une opinion quelconque sur la distribution des atomes dans le groupement $C^4H^6Az^2S$, avant d'avoir terminé l'étude de la base libre et de ses dérivés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides amidés, dérivés des acides α butyrique et isovalérique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« *Acide méthylamido-α butyrique*, $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH,(AzH, CH^3)\text{-}CO, OH$. — On obtient cet acide en ajoutant lentement à une solution aqueuse concentrée de méthylamine (2 à 3 molécules) de l'acide α bromobutyrique (1 molécule). Il y a formation d'acide méthylamido-α butyrique et de bromhydrate de méthylamine. Cette réaction produit une forte élévation de température. On la termine en maintenant plusieurs heures le mélange à l'ébullition dans un réfrigérant à reflux. On ajoute ensuite un excès d'hydrate de baryte, pour décomposer le bromhydrate de méthylamine, et l'on distille. Après avoir chassé complétement la méthylamine, on précipite exactement la baryte par de l'acide sulfurique, on amène la liqueur à consistance sirupeuse, puis on étend d'eau, on traite par le carbonate d'argent, on filtre, et finalement on amène la liqueur à consistance sirupeuse, après avoir enlevé, par l'hydrogène sulfuré, une petite quantité d'argent tenu en solution. On obtient ainsi une masse pâteuse dont on termine la dessiccation dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. Cette masse, traitée à l'ébullition par de l'alcool à 94 pour 100, laisse déposer, par refroidissement, une poudre cristalline que l'on purifie par quelques cristallisations dans ce dissolvant. Ce corps, soumis à l'analyse, répond parfaitement à la composition de l'acide méthylamido-α butyrique.

» L'acide méthylamido-α butyrique, obtenu par cristallisation dans l'alcool, se présente sous la forme d'une poudre d'un blanc éclatant; il est très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, insoluble dans l'éther; il a une très-faible réaction acide; sa saveur est légèrement sucrée. Il peut être chauffé à 120 degrés sans s'altérer; fortement chauffé, il se sublime sans fondre et sans noircir; cependant il se décompose partiellement en dégageant des vapeurs ammoniacales. Enfin, la solution aqueuse

de cet acide ne trouble ni le nitrate d'argent ni le nitrate mercureux, et ces sels ne sont pas réduits même à l'ébullition.

» L'acide chlorhydrique donne avec cet acide amidé un chlorhydrate cristallisé. Les autres combinaisons de l'acide méthylamido-α butyrique s'obtiennent en le dissolvant dans les acides étendus.

» *Acide méthylamido-isovalérique*, $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\rangle$CH-CH(AzH, CH^3)-CO, OH. — — Cet acide s'obtient exactement comme l'acide méthylamido-αbutyrique. Il se dépose de sa solution alcoolique sous la forme d'une poudre blanche, cristalline. Il est très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, insoluble dans l'éther. Il est moins soluble dans l'alcool bouillant que l'acide méthylamido-αbutyrique. Sa saveur est légèrement sucrée. Il a une très-faible réaction acide. Il peut être chauffé à 110 degrés sans s'altérer; chauffé plus fortement, il se sublime sans fondre et sans noircir, mais il dégage des vapeurs ammoniacales. Il est sans action sur le nitrate d'argent et sur le nitrate mercureux.

» *Acide éthylamido-αbutyrique*, CH^3-CH^2-CH(AzH, C^2H^5)-CO, OH. — Cet acide s'obtient de la même manière que les acides décrits plus haut. Il se dépose de sa solution alcoolique sous la forme d'une poudre blanche cristalline. Il est moins soluble dans l'eau et l'alcool que les acides méthylamido-αbutyrique et méthylamido-isovalérique. Il est insoluble dans l'éther. Sa saveur est d'abord très-faiblement sucrée, puis elle devient légèrement amère. Il est neutre au tournesol. Il ne réduit pas le nitrate d'argent, mais il réduit à l'ébullition le nitrate mercureux. Il résiste à 110 degrés; mais, fortement chauffé, il se sublime sans fondre et sans noircir, en dégageant des vapeurs ammoniacales.

» *Acide éthylamido-isovalérique*, $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\rangle$CH-CH(AzH, C^2H^5)-CO, OH. — Cet acide se prépare de la même manière que ses homologues décrits plus haut. Il se dépose de sa solution alcoolique sous la forme de fines aiguilles microscopiques groupées. Il est moins soluble dans l'eau et dans l'alcool que les acides amidés que j'ai décrits plus haut. Il est insoluble dans l'éther. Sa saveur est à peine sucrée. Il est neutre au tournesol. Il ne reduit pas le nitrate d'argent. Il réduit faiblement le nitrate mercureux à l'ébullition. Il peut être chauffé à 110 degrés sans s'altérer; fortement chauffé, il se sublime sans fondre et sans noircir, en dégageant des vapeurs ammoniacales.

» *Acide phénylamido-α butyrique*, CH^3-CH^2-CH(AzH, C^6H^5)-CO, OH. —

On obtient cet acide en traitant une solution éthérée d'aniline (2 molécules) par de l'acide α bromobutyrique (1 molécule). Il se forme de l'acide phénylamido-α butyrique et du bromhydrate d'aniline; cette réaction ne produit qu'une faible élévation de température. On distille l'éther, puis on chauffe quelques heures à 100 degrés pour terminer la réaction. On épuise ensuite par l'eau bouillante; le bromhydrate d'aniline et l'acide phénylamide-α butyrique se dissolvent et il reste une substance visqueuse abondante. Par refroidissement, la solution laisse déposer l'acide phénylamido-α butyrique peu soluble; on le purifie par plusieurs cristallisations dans l'eau.

» Cet acide se dépose de sa solution aqueuse en grains cristallins rayonnés blancs. Il est peu soluble dans l'eau froide. Il est très-soluble dans l'esprit-de-bois, l'alcool et l'éther. Il possède une très-faible réaction acide. Il peut être chauffé à 100 degrés sans fondre. Fortement chauffé, il fond en donnant un liquide jaune qui se solidifie par le refroidissement en une substance visqueuse. Cet acide réduit le nitrate d'argent à une douce température, en produisant un dépôt d'argent miroitant. Il précipite à froid le nitrate de mercure et le réduit à l'ébullition. L'acide chlorhydrique le dissout facilement, en produisant un chlorhydrate cristallisé qui résiste à 100 degrés.

» *Acide phénylamido-isovalérique*, $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH\text{-}CH(AzH, C^6H^5)\text{-}CO,OH$ — Cet acide s'obtient comme l'acide phénylamido-α butyrique. Il a les mêmes propriétés que ce dernier acide, seulement on l'obtient sous la forme de lamelles cristallines. En outre, le chlorhydrate d'acide phénylamido-isovalérique s'altère déjà à 100 degrés en se ramollissant.

» Les acides paracrésylamido-α butyrique et paracrésylamido-isovalérique s'obtiennent de la même manière que l'acide phénylamido-α butyrique, seulement il faut chauffer à 120 degrés. Après avoir chauffé l'éther, on les obtient à l'état cristallin, mais leur purification est très-difficile; je les décrirai dans une prochaine Communication, en même temps que les corps que l'on obtient en faisant réagir les tri- et di-méthylamines et éthylamines sur les acides α bromobutyrique et bromo-isovalérique; je m'occupe en ce moment de l'étude des homologues de ces corps appartenant à la série α propionique ([1]). »

([1]) Ce travail a été exécuté à la Faculté des Sciences de Lille.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches sur la digestion chez les Mollusques céphalopodes*. Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Milne Edwards. (Extrait.)

» .... Mes premières recherches sur l'appareil digestif du Poulpe (¹) ont porté sur les fonctions des glandes salivaires; je m'attendais à leur trouver les propriétés générales de ce groupe de glandes, c'est-à-dire une action sur les matières amylacées. Il n'en est rien. Elles sont également dépourvues de tout pouvoir émulsif sur les matières grasses, elles ne digèrent pas non plus les matières albuminoïdes, et pourtant elles jouent dans la digestion un rôle préparatoire important, que j'ai été amené à découvrir par l'examen attentif de l'état où se trouvent les matières alimentaires dans les diverses régions du tube digestif.

» Les glandes salivaires inférieures, qui sont les plus importantes par leur volume, déversent leur produit de sécrétion dans le jabot. Je fus frappé de l'état de dissociation dans lequel se trouvaient les muscles dont l'animal se nourrit, et qui, accumulés dans ce réservoir, n'avaient point encore subi l'action des autres sucs digestifs. Ayant donc introduit des fragments de muscles dans le liquide sécrété par ces glandes salivaires, je vis les faisceaux primitifs se dissocier rapidement, tandis que la fibre musculaire restait intacte. Le sarcolemme lui-même et les tendons paraissent se dissoudre, mais la fibre musculaire n'est jamais attaquée.

» Si, au contraire, on soumet des fragments de muscles à l'action du liquide sécrété par le foie, l'inverse a lieu; la fibre se dissout avec lenteur, mais complétement, et il reste toujours un résidu formé de tissu conjonctif et de tendons. Or, ce résidu ne s'observe point dans la partie du tube digestif où s'accomplit surtout la digestion des albuminoïdes et où se rend le liquide du foie, c'est-à-dire au voisinage de l'organe spiral.

» Les salivaires postérieures jouent donc un rôle préparatoire; elles facilitent et accélèrent la digestion des albuminoïdes, en mettant à nu la fibre musculaire et en la livrant à l'action du suc digestif principal.

» Quant aux glandes salivaires supérieures, elles m'ont semblé dépourvues de cette même action, et je les crois seulement en rapport avec les fonctions de mastication et de déglutition.

(¹) Depuis la présentation de ma dernière Note, j'ai su que la physiologie du Poulpe avait fait l'objet d'un travail récent de M. Fredericq et je suis heureux de voir que je me suis rencontré avec ce naturaliste sur le point capital des fonctions du foie.

» Telles sont les seules glandes qui puissent fournir à l'expérimentation des liquides non complexes. Pour apprécier l'action des glandes œsophagiennes, des follicules de l'appareil spiral et des cellules glandulaires des conduits du foie, j'ai été obligé d'avoir recours aux liquides mixtes recueillis dans les différentes parties du tube digestif. Après de nombreux essais, et en opérant tantôt sur des animaux à jeun, tantôt sur des animaux en digestion, j'ai acquis la conviction qu'aucun des liquides fournis par les annexes glandulaires n'est capable d'émulsionner les graisses et de transformer la fécule en glucose.

» Nous sommes donc en présence d'un animal qui ne possède d'aptitude digestive que pour les matières albuminoïdes et conjonctives, et le fait est d'autant plus remarquable, que quelques-uns de ses propres organes, le foie par exemple, renferment une forte proportion de matières grasses. Si l'on n'admet pas que l'absorption de ces matières puisse se faire autrement que par émulsion ou acidification, il faudrait en conclure que le Poulpe fabrique de toutes pièces ses corps gras, ce qui corrobore les théories émises par MM. Milne Edwards, Dumas et Cl. Bernard sur la formation des graisses dans l'organisme. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur le* Peronospora gangliiformis *des laitues (vulgairement le Meunier)*. Note de MM. **Bergeret** (de Saint-Léger) et **H. Moreau**, présentée par M. Ch. Robin.

« De plusieurs séries d'expériences, faites par les auteurs de ce travail, il résulte que :

» L'eau légèrement aiguisée par de l'acide azotique constitue un bon agent à opposer au *Meunier*. Cette solution a le double avantage d'être un engrais pour le sol et un toxique pour le *Peronospora,* ou tout au moins un agent qui arrête sa végétation. La réaction au papier sensible de tournesol doit être faiblement acide.

» Si le borax était un engrais, ce serait un bon remède. L'ammoniaque n'est pas toujours inféconde, et elle a l'inconvénient grave de jaunir, puis de noircir la laitue, ce qui la rendrait non marchande.

» La solution salpêtrée serait avantageuse, si elle n'était pas infidèle dans ses effets. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence de l'oxygène sur la fermentation alcoolique par la levûre de bière.* Note de M. A. **Béchamp.** (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie deux séries d'expériences que j'avais faites en 1871-1872 et que j'ai reprises depuis, au moins en partie. Dans l'une des séries, on a fait intervenir l'oxygène libre; dans l'autre, l'oxygène de la décomposition de l'eau par la pile.

» *Première série.* — L'oxygène pur arrivait, bulle à bulle, dans le mélange fermentant, du commencement à la fin de chaque expérience. Pour saisir toutes les circonstances du phénomène, on faisait varier la masse et la surface du mélange fermentant, la durée de la fermentation, la quantité de levûre et la température. Chaque expérience était contrôlée par une fermentation témoin, opérée dans les mêmes conditions, à l'abri de l'oxygène. La levûre, l'eau et le sucre, exactement dosés, étaient pris dans la même masse pour chaque couple. L'alcool et les acides volatils, exprimés en acide acétique, ont été déterminés avec soin. Pour les comparaisons, l'acide acétique a été rapporté à 61 centimètres cubes d'alcool absolu, quantité normalement produite par 100 grammes de glucose $C^{12}H^{12}O^{12}$.

» I. — Sucre, 10 grammes; eau, 40 centimètres cubes: levûre, $2^{gr},5$. Large surface, à peine couverte par le mélange. Oxygène; température, 18 à 20 degrés. Durée, quarante-huit heures. Fermentation inachevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $5^{cc},4$; acide acétique, $0^{gr},024$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},27$.

» *Témoin.* — Alcool absolu, $4^{cc},3$; acide acétique, $0^{gr},018$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},26$.

» II. — Sucre, 50 grammes; eau, 200 centimètres cubes; levûre, 8 grammes. Mélange en couche épaisse. Oxygène; température, 18 à 20 degrés. Durée, cent dix-sept heures. Fermentation inachevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $21^{cc},6$; acide acétique, $0^{gr},15$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},423$.

» *Témoin.* — Alcool absolu, $19^{cc},8$; acide acétique, $0^{gr},126$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},390$.

» La levûre recueillie, lavée et séchée, des deux opérations a été pesée dans les mêmes conditions de siccité. *Expérience :* levûre séchée à 100 degrés, $1^{gr},88$. *Témoin :* $2^{gr},09$.

» III. — Sucre, 50 grammes; eau, 200 centimètres cubes; levûre, 25 grammes. En couche épaisse. Oxygène; température, 18 à 20 degrés. Durée, quatre-vingt-douze heures. Inachevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $28^{cc},56$; acide acétique, $0^{gr},286$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},61$.

» *Témoin.* — Alcool absolu, 26^{cc},90; acide acétique, 0^{gr},216, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},49.

» Le résidu fixe des deux opérations séché à 100 degrés a été pesé. *Expérience :* 2^{gr},6. *Témoin :* 5^{gr},25.

» IV. — Sucre, 50 grammes; eau, 200 centimètres cubes; levûre, 25 grammes. Couche épaisse. Oxygène; température, 18 à 20 degrés. Durée, trente-sept heures.

» *Expérience.* — Alcool absolu, 25^{cc},5; acide acétique, 0^{gr},102, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},244.

» *Témoin.* — Alcool absolu, 21^{cc},2; acide acétique, 0^{gr},114, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},331.

» V. — Sucre, 50 grammes; eau, 200 centimètres cubes; levûre, 12^{gr},5. Couche épaisse. Oxygène; température, 14 à 15 degrés. Durée, vingt-quatre heures.

» *Expérience.* — Alcool absolu, 9 centimètres cubes; acide acétique, 0^{gr},048, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},325.

» *Témoin.* — Alcool absolu, 8 centimètres cubes; acide acétique, 0^{gr},054, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},410.

» VI. — Sucre, 75 grammes; eau, 300 centimètres cubes; levûre, 20 grammes. Couche épaisse. Oxygène; température, 10 à 12 degrés. Durée, trois-cent trente-quatre heures. Fermentation presque achevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, 42^{cc},5; acide acétique, 0^{gr},222, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},319.

» *Témoin.* — Alcool absolu, 40^{cc},9; acide acétique, 0^{gr},216, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, 0^{gr},322.

» Le résidu fixe des deux opérations a été séché à 100 degrés et pesé. *Expérience :* 4^{gr},96. *Témoin :* 6^{gr},4.

» Le résidu témoin contenait plus de sucre que celui de l'expérience.

» Ce qui ressort évidemment de ces expériences, c'est l'influence favorable exercée par l'oxygène sur la production de l'alcool, dont la quantité est toujours plus grande, pour le même temps, dans l'expérience que dans le témoin. Toutes choses égales d'ailleurs, la quantité d'acide acétique paraît dépendre beaucoup plus de la température et de la nature de la levûre que de l'oxygène. La levûre paraît s'user davantage dans l'expérience que dans le témoin. Bref, l'oxygène paraît agir comme un excitant, sous l'influence duquel la vie de la levûre et les mutations de sa matière sont plus actives. Il faut noter enfin que les fermentations dans l'oxygène donnent fort peu de mousse : la levûre y tombe rapidement au fond.

» *Seconde série.* — Les expériences précédentes ne prouvent pas que l'oxygène soit absorbé. Pour montrer cette absorption, on faisait plonger, dans le mélange fermentant, les électrodes d'une batterie de six à huit forts éléments de Bunsen. Les gaz de la fermentation étaient recueillis, et, après l'absorption de l'acide carbonique, on constatait que l'hydrogène de l'eau décomposée n'était pas mêlé d'oxygène, ou n'en contenait que fort peu.

» I. — Sucre, 40 grammes; eau, 160 centimètres cubes; levûre, 30 grammes. Couche épaisse. Courant de 7 éléments; température, 14 à 16 degrés. Durée, soixante-six heures. Fermentation inachevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $12^{cc},96$; acide acétique, $0^{gr},066$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},31$.

» *Témoin.* — Alcool absolu, $9^{cc},70$; acide acétique, $0^{gr},042$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},26$.

» A la fin l'hydrogène n'était mêlé que de 2 pour 100 d'oxygène.

» II. — Sucre, 40 grammes; eau, 160 centimètres cubes; levûre, 30 grammes. Courant de 6 éléments. Durée, dans le courant, soixante-dix-huit heures et ensuite quatre jours sans courant; température, 16 à 18 degrés. Fermentation presque achevée.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $22^{cc},3$; acide acétique, $0^{gr},348$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},95$.

» *Témoin.* — Perdu.

» Le gaz non absorbable, recueilli durant les dernières quarante-huit heures, sous l'influence du courant, mesurait 140 centimètres cubes, et contenait $9^{cc},3$ d'oxygène pour $130^{cc},7$ d'hydrogène.

» Le résidu fixe de la fermentation, séché à 100 degrés, pesait $3^{gr},15$.

» III. — Sucre, 100 grammes; eau, 400 centimètres cubes; levûre, 25 grammes. Courant de 8 éléments; température, 14 à 15 degrés. Durée, quatorze jours.

» *Expérience.* — Alcool absolu, $51^{cc},5$; acide acétique, $1^{gr},64$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $2^{gr},09$. Levûre, résidu, $3^{gr},8$.

» *Témoin.* — Alcool absolu, $57^{cc},0$; acide acétique, $0^{gr},336$, et pour 61 centimètres cubes d'alcool, $0^{gr},36$. Levûre, résidu, $4^{gr},35$.

» L'hydrogène dégagé dans cette expérience, constaté par un voltamètre, inséré dans le circuit, mesurait 1880 centimètres cubes; le volume de l'oxygène correspondant, en grande partie absorbé, était de 940 centimètres cubes. Il a donc passé $1^{gr},34$ d'oxygène dans le mélange fermentant; l'acide acétique formé, en supposant que cet oxygène y ait contribué, n'en contient que $0^{gr},87$.

» On peut remarquer que, dans les premiers temps de la fermentation, la quantité absolue d'alcool formé est plus grande sous l'influence du courant : il diminue à la fin, sans doute par suite du plus grand épuisement de la levûre; quant à l'acide acétique, il est augmenté dès le début.

» L'oxygène étant absorbé dans les conditions des expériences de la seconde série, la question était de savoir sur quoi son action avait porté : le sucre ou la levûre?

» L'eau sucrée absorbe vraiment une partie de l'oxygène. L'action est très-lente au début, et le gaz dégagé ne contient que 20 d'oxygène pour 100 d'hydrogène; après deux ou trois jours, il y a 37 d'oxygène pour 100 d'hydrogène dans le gaz non absorbé; plus tard, le dixième jour, le rapport entre l'hydrogène et l'oxygène tend de plus en plus à devenir :: 2 : 1. Sous l'influence du courant et de l'oxygène absorbé, l'eau sucrée devient

acide et capable de réduire énergiquement le réactif cupropotassique.

» La levûre bien pure, délayée dans l'eau, lorsque l'action électrolytique n'est pas trop vive, peut absorber tout l'oxygène. En même temps que l'hydrogène, il se dégage toujours de l'acide carbonique.

» On voit qu'il est malaisé de démêler quel est le genre d'influence qui fait que l'oxygène amène une diminution finale assez notable de l'alcool, et l'augmentation considérable de l'acide acétique.

» Mais on voit aussi que, s'il est difficile de démontrer que la fermentation alcoolique peut débuter, continuer et finir sans le concours effectif de l'oxygène libre, il est, au contraire, très-facile de prouver que l'oxygène, dans son état ordinaire, est favorable à l'accomplissement régulier du phénomène.... »

MICROGRAPHIE. — *Sur une méthode de conservation des Infusoires.* Note de M. A. Certes, présentée par M. Pasteur.

« Malgré les travaux d'Ehrenberg, de Claparède et Lachmann, de Balbiani, de Stein, etc., les micrographes n'ont jusqu'à présent à leur disposition aucun moyen d'obtenir des préparations permanentes d'infusoires. Ces préparations offriraient cependant de nombreux avantages : dessins plus exacts; possibilité de faire usage de la Photographie; facilités plus grandes de reconnaître, de mesurer et de compter les cils et les appendices les plus délicats des Infusoires, de saisir et de fixer dans leur forme et dans leurs diverses transformations les individus en voie de fissiparité ou de conjugaison; de faire voyager les préparations et de créer des collections qui font actuellement défaut dans tous les muséums de l'Europe.

» Le procédé décrit ci-dessous repose essentiellement sur l'emploi des vapeurs d'acide osmique. Il ne paraît pas que cette méthode, bien connue en Histologie, ait jamais été appliquée à la fixation et à la conservation des Infusoires.

» Les préparations que je dépose à l'appui de cette Note renferment diverses espèces d'Infusoires, fixés instantanément dans leur forme; les moindres détails, cils, cirrhes, flagellum, armature buccale, peuvent être observés avec les plus forts grossissements; les euglènes et les paramécies vertes conservent leur couleur caractéristique. Le noyau et le nucléole, colorés artificiellement, se détachent nettement et montrent, lorsqu'il y a lieu, les curieux phénomènes si bien décrits par M. Balbiani dans le Mémoire couronné par l'Académie en 1862.

» D'après les réactifs employés et les précédents histologiques, on est en droit d'espérer que ces préparations se conserveront indéfiniment.

» Je ne saurais affirmer que toutes les espèces d'Infusoires sont susceptibles d'être préparées à l'acide osmique ; je constaterai seulement que, parmi celles que j'ai rencontrées dans ces derniers temps, je n'en ai trouvé aucune que je n'aie réussi à conserver d'une manière plus ou moins parfaite. La principale difficulté paraît être d'obtenir les Infusoires à tissu rétractile, tels que les Stentors, les Vorticelles, etc., dans un état de complète extension.

» On peut se procurer chez un marchand de Berlin des préparations permanentes d'Infusoires faites d'après les procédés de M. Duncker, mais ce préparateur a gardé jusqu'à présent le secret de ses procédés. J'ai pensé, au contraire, qu'il y aurait grand intérêt à faire connaître une méthode de conservation simple, que chacun peut employer avec succès, et qui s'applique aux Rotateurs, aux Anguillules, à certaines algues, ... aussi bien qu'aux Infusoires.

» En ce qui concerne spécialement les bactéries et les vibrions, on conçoit facilement, depuis les grandes découvertes de M. Pasteur, quel intérêt il y a à disposer de préparations permanentes, à l'aide desquelles on peut faire connaître ces ennemis invisibles de l'homme et des animaux. Je ne fais qu'indiquer ce dernier point de vue qui répond si bien à l'idée exprimée dans ces paroles de Claude Bernard :

« On ne saurait trop encourager l'étude des organismes inférieurs ; l'expérimentation portée sur ces animaux offre le plus grand intérêt au physiologiste et peut fournir à la Science les éléments de solution pour les questions générales les plus importantes. »

» *Procédés.* — Pour la fixation des Infusoires, je fais usage d'une solution d'acide osmique ([1]) à 2 pour 100. Le point important est de faire agir le réactif promptement et avec une certaine force. Deux moyens permettent d'atteindre ce résultat avec quelque certitude ; le premier, qui convient dans la plupart des cas, consiste à exposer aux vapeurs d'acide osmique les Infusoires préalablement deposes sur une lame de verre. En règle générale, cette exposition ne doit pas dépasser dix à trente minutes.

» Pour les Infusoires très-contractiles, j'opère différemment et j'obtiens

([1]) L'acide osmique est toxique ; ses vapeurs peuvent déterminer une irritation et même une inflammation de la conjonctive. On doit donc le manier avec certaines précautions. Pour sa préparation et son emploi, consulter le *Traité technique d'Histologie*, par L. Ranvier (p. 5 et 55).

le contact immédiat de l'acide osmique en déposant une goutte du réactif sur le cover lui-même, avant d'en recouvrir la goutte d'eau qui les renferme.

» Quel que soit le procédé, il faut que les Infusoires ne soient soumis à l'action du réactif qu'après avoir repris leurs allures normales, qu'une secousse interrompt momentanément.

» Une fois le cover posé, on doit éviter tout déplacement qui pourrait écraser des organismes aussi délicats. Pour atteindre ce résultat, on soutire, avec du papier joseph, le liquide qui se trouve en excès sous la lamelle. On amène ainsi un certain degré de compression que l'on peut graduer avec un peu d'habitude, et qui a l'avantage de rendre les Infusoires plus transparents. Ceci fait, on lute deux des bords parallèles de la lamelle, soit avec la paraffine, soit avec le baume du Canada. Ce n'est que lorsque la préparation est ainsi mise à l'abri de tout accident mécanique que l'on fait arriver la matière colorante et le liquide conservateur.

» Les résultats obtenus avec le bleu soluble d'aniline sont loin de valoir ceux auxquels on arrive par l'emploi de l'éosine et surtout du picrocarminate de Ranvier. On peut colorer directement avec le picrocarminate les Infusoires préalablement fixés par l'acide osmique ; mais, lorsqu'il est employé seul, on n'est pas maître du degré de coloration, et souvent il arrive que les préparations deviennent opaques. Après plusieurs essais, je me suis arrêté à un mélange de glycérine et de picrocarminate avec lequel on obtient une coloration constante au degré voulu :

Glycérine...........................	1 partie.
Eau.................................	1 »
Picrocarminate......................	1 »

» Introduite brusquement, la glycérine, même diluée, produit le plus souvent un retrait anormal des tissus qui ne disparaît pas toujours avec le temps. Dans son *Traité d'Histologie*, M. Ranvier donne un moyen très-simple d'éviter cet inconvénient, moyen que j'ai employé avec succès pour les organismes les plus délicats, tels que les Oxytriches et les Stentors. Il consiste à placer dans une chambre humide les préparations lutées ainsi qu'il est dit ci-dessus et à déposer une goutte de glycérine carminée sur le bord de la préparation. L'eau s'évapore très-lentement et au bout de vingt-quatre heures se trouve remplacée par la glycérine diluée. On peut alors, par le même procédé, remplacer la glycérine diluée par de la glycérine concentrée, qui assure plus efficacement la conservation des préparations.

» Tous les modes de fermeture peuvent être appliqués aux préparations faites d'après les procédés que j'indique. Il y a cependant avantage à se servir de baume du Canada desséché et dissous dans le chloroforme. L'Infusoire que l'on veut examiner peut, en effet, se trouver sur le bord de la lamelle. Ce vernis, mince et parfaitement transparent, n'empêche nullement l'observation avec les plus forts grossissements ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie.* Note de M. **W.-H. Hermite** ([2]).

« L'hypothèse de la fluidité ignée nous semble présenter plusieurs objections. Ainsi, la grande conception qui rattache l'origine de la Terre à la forme de son disque, et qui est la véritable base scientifique de la doctrine du feu central, nous paraît, au contraire, conduire à la démonstration que la figure *actuelle* de la Terre est due à la présence des mers.

» La force centrifuge seule ne suffit pas pour expliquer la figure des planètes, car le disque de Mars est neuf fois plus aplati que celui de la Terre, quoique le rapport de la force centrifuge à la pesanteur soit à peu près le même. Sur la Terre elle-même, le mouvement diurne ne déterminerait pas un aplatissement aussi grand que celui qui a été constaté par les observations concordantes du pendule, de certaines inégalités lunaires et des longueurs des degrés. Mais, si l'on introduit dans l'analyse de cette question une seconde cause astronomique, *la différence de température des zones équatoriales et polaires provenant du Soleil,* ces contradictions disparaissent.

» La figure mathématique de la Terre, avec ses mers largement ouvertes des pôles à l'équateur, est, d'après les lois de l'Hydrostatique, la même que celle d'une sphère entièrement liquide. Or, si l'on considère, dans cette dernière sphère, deux filets partant du centre et situés l'un suivant l'axe de rotation et l'autre suivant un rayon de l'équateur, l'équilibre de ces filets communiquants exige que le second soit plus long que le premier, car l'intensité de la pesanteur y est moindre, diminuée qu'elle est par la force centrifuge. Les longueurs de ces filets doivent être inverses de leur pesanteur. D'après les observations et les calculs de Huyghens en Europe et de Bouguer au Pérou, le rapport de la force centrifuge à la pesanteur

---

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 459 et 510; t. LXXXVI, 391, 1207 et 1281.

([2]) Ces recherches ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. le professeur Ranvier, qui a bien voulu m'aider de ses conseils. Je saisis cette occasion de lui adresser ici un témoignage public de ma vive reconnaissance.

est $\frac{1}{288,5}$ pour le point situé à l'extrémité du filet équatorial. Mais, comme la force centrifuge diminue proportionnellement avec la distance au centre, ce rapport devient $\frac{1}{577}$ pour l'ensemble de tout le filet. Ainsi, l'aplatissement des pôles ne devrait être que de $\frac{1}{577}$ au lieu de $\frac{1}{300}$. Bouguer a consacré à l'établissement de cette proposition le Chapitre VII de son Ouvrage sur la figure de la Terre.

» Mais, dans le raisonnement précédent, on a admis implicitement que la pesanteur était originairement la même dans les deux filets. Il n'en est pas ainsi, car les mers équatoriales sont plus chaudes que les mers polaires, ce qui doit apporter une différence dans leur pesanteur, toutes choses étant égales. On ne s'écartera pas beaucoup de la réalité si l'on admet une différence de 10 à 12 degrés entre les températures moyennes de chacune de ces mers, en raison des courants qui les parcourent librement. Si l'on multiplie cette différence de 11 degrés par le coefficient de dilatation cubique de l'eau, on obtient le rapport $\frac{1}{209}$, qui représente la diminution de la pesanteur du filet équatorial, dont la longueur ne constitue qu'une seule de ses trois dimensions. Cette longueur ne devra donc être augmentée que du tiers de $\frac{1}{209}$ pour que l'équilibre subsiste dans les deux filets. On obtient ainsi un allongement de $\frac{1}{627}$, provenant de la seconde cause astronomique. Ces deux augmentations forment ensemble l'allongement total de $\frac{1}{300}$. En résumé, le mouvement diurne donne 0,52 de l'aplatissement total et la seconde cause 0,48.

» Comme l'influence de la seconde cause est à peu près nulle dans l'hypothèse de la fluidité ignée, on peut conclure que la forme actuelle de la Terre est due à la présence de ses mers.

» Le grand aplatissement de Mars s'expliquerait par l'orientation si remarquable de ses mers. Tandis que, sur notre planète, rien ne s'oppose au mélange des eaux des différentes zones, sur Mars, au contraire, les mers sont intérieures, comme l'est, par exception, notre Méditerranée, dont la température moyenne est plus élevée que celle de l'océan voisin. La seconde cause serait donc prépondérante sur Mars.

» Examinons maintenant si les phénomènes volcaniques se relient à l'existence d'un feu central, ou même à la présence d'une mer de laves d'une faible étendue.

» Pour cela, considérons l'action des forces développées par deux volcans voisins, en pleine éruption. Le Stromboli ne paraît nullement affecté par les plus violentes éruptions de l'Etna, qui n'en est éloigné que de 125 kilomètres; il continue à servir de phare et même, dit-on, de baromètre aux

navigateurs, influencé seulement par la direction des vents et les variations de la pression atmosphérique. Cependant, en raison de la différence de hauteur de ces deux volcans, 2600 mètres, et de la densité des laves, il y aurait dans le canal de l'Etna un excès de pression de 780 atmosphères.

» On voit donc qu'une mer de laves qui mettrait en communication ces deux canaux se comporterait comme si les foyers volcaniques étaient isolés, et qu'elle ne pourrait *a fortiori* être influencée par l'action de la Lune ou du Soleil.

» On attribue aussi aux volcans le rôle de soupape de sûreté. Il m'a paru intéressant de rechercher quelles devraient être les dimensions d'une cheminée volcanique pour qu'elle remplisse cette fonction. Dans la construction des générateurs à vapeur, on calcule la section de la soupape au moyen de la formule $D = 2{,}6\sqrt{\frac{s}{n - 0{,}412}}$, qui donne le diamètre D de la soupape exprimé en centimètres, en fonction de la surface s du générateur en mètres carrés et de la pression n en atmosphères. Il résulte de cette formule que, pour une même vitesse d'échappement de la vapeur, les soupapes doivent avoir des sections proportionnelles aux surfaces des chaudières. En appliquant cette règle à notre globe, on trouve qu'à une soupape de 4 centimètres carrés, appartenant à un générateur sphérique de 1 mètre de rayon, il doit correspondre pour la Terre une cheminée volcanique dont la section aurait plus de 1 kilomètre carré. Si l'on tenait compte des autres conditions de similitude, telles que le volume et le temps nécessaires à l'échappement, la section serait plus grande encore.

» La plus grave objection est peut-être celle qui résulte, dans la doctrine du feu central, de l'absence de corrélation entre les forces qui exhaussent les continents et celles qui les nivellent par l'action détritique.

» La grande loi du développement progressif de l'organisation, depuis les âges géologiques les plus reculés, exige que l'ordre et l'harmonie aient présidé à l'économie des mouvements du sol. On ne pourrait, en effet, concevoir l'existence de cette loi, si de nombreuses et subites révolutions, affectant une portion considérable de la sphère et mettant en mouvement des mers dont le volume est si grand, avaient pu se produire sans règle. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'ouragan qui a traversé la Suisse le 20 février 1879.* Extrait d'une Lettre de M. **F.-A. Forel** à M. le Président.

« Un ouragan-cyclone a traversé la plaine suisse dans la soirée du 20 février 1879; je trouve dans l'étude du phénomène une preuve indirecte

d'un mouvement gyratoire de l'atmosphère qui me semble fort démonstrative.

» Après une accalmie très-marquée qui avait interrompu, dans la journée du 20 février, le courant d'air du sud-ouest soufflant depuis le 16 février dans notre vallée, tout à coup, a éclaté un coup de vent d'une intensité exceptionnelle. Sur une bande de 12 à 20 kilomètres, l'ouragan a renversé ou emporté tuiles et vitres, cheminées et toitures des maisons, arbres isolés ou forêts entières, et fait naufrager, sur le lac Léman, les barques des pêcheurs; la zone de destruction a passé assez exactement par Genève, Lausanne, Fribourg et Berne. Des deux côtés de cette zone, régnait un calme relatif; rafales du sud-ouest au nord de l'ouragan vaudaire ou *fœhn* (vent du sud-est) dans la vallée du Rhône, de Martigny à Vevey, au sud de la voie du cyclone.

» Le début subit du coup de vent a permis de mesurer assez exactement la vitesse de translation du phénomène. Voici les chiffres approximatifs que j'ai pu recueillir :

	Heures de début.	Distance de Genève.	Durée de la translation en minutes.	Vitesse de la translation par seconde.
A Genève	$5^{h}45^{m}$	»	»	»
A Morges	6,35	43^{km}	50^{m}	14^{m}
A Lausanne	6,45	51	60	14
A Fribourg	8,10	102	145	12
A Berne	8,50	129	185	12

» Nous avons, d'une autre part, une mesure très-exacte de la vitesse moyenne du vent, en un point donné de l'aire du phénomène. L'anémomètre de l'Observatoire de Berne, dont M. le professeur A. Förster m'a fort obligeamment communiqué les notes, a indiqué, pour la vitesse du vent :

	Kilomètres à l'heure.	Mètres à la seconde.
De 5^{h} à 6^{h}	0	0
De 6 à 7	2,8	0,8
De 7 à 8	5,2	1,5
De 8 à 9	72,0	20,0
De 9 à 10	79,2	22,0
De 10 à 11	83,5	23,2
De 11 à 12	80,7	22,4

» Ainsi, pendant l'ouragan, la vitesse moyenne du vent sur l'Observatoire de Berne a été de 20 à 23 mètres par seconde, tandis que la vitesse de translation du coup de vent n'était que de 12 à 14 mètres par seconde. Je vois, dans la comparaison de ces deux chiffres, la preuve évidente d'un mouvement relatif dans le phénomène lui-même, d'un déplacement partiel de l'air au milieu du grand courant d'air qui se dirigeait vers le nord-est, et ce mouvement intense ne pouvait être qu'un mouvement tournant.

L'ouragan du 20 février était donc un cyclone, et la zone ravagée était le *côté dangereux.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Théorie du verglas; réclamation de priorité.* Note de M. E. Nouel, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans une Note sur la théorie du givre et du verglas, imprimée au tome XI (1863) de l'*Annuaire de la Société météorologique de France,* page 26, j'ai fait voir que les grands verglas ne sont pas dus, comme on le croyait, à une pluie *au-dessus de zéro,* se gelant en partie par son contact avec des objets dont la température est inférieure à zéro, mais qu'ils prennent naissance par suite d'une pluie à plusieurs degrés *au-dessous de zéro,* en surfusion, tombant à travers une atmosphère *au-dessous de zéro* et se congelant à la surface des objets, d'une manière continue, par l'effet de la température ambiante.

» Cette théorie a reçu une confirmation éclatante cet hiver, et cela à deux reprises différentes, à Vendôme.

» 1° Le 8 janvier. Dans la nuit du 7 au 8, une tourmente accompagnée d'une pluie de $23^{mm},50$ d'eau glacée, et par une température variant entre zéro et — 1°, a donné naissance à un verglas de 15 millimètres d'épaisseur environ, qui a causé les plus grands dégâts aux arbres.

» 2° Les 22 et 23 janvier suivants, une pluie qui a duré trente heures, réparties sur un intervalle de quarante heures, et dont la quantité s'est élevée à 32 millimètres, a produit une couche de glace transparente que j'évalue à 25 millimètres, et la température de l'air s'est maintenue en moyenne à — 2° pendant tout ce temps.

» Plusieurs observateurs ont adressé à l'Académie (séances des 27 janvier et 3 février) des Notes sur le grand verglas des 22 et 23 janvier; M. Nasse et M. Godefroy y ont joint (*Comptes rendus,* p. 192 et 244) une théorie de sa formation.

» Cette théorie n'est que la reproduction de celle que j'avais imaginée en présence du même phénomène, le 25 décembre 1860, et que j'ai publiée dans l'*Annuaire de la Société météorologique,* en 1863. Il paraît qu'elle est restée ignorée des physiciens, dont l'attention n'a été éveillée que cette année par l'exagération même du phénomène, qui a pris des proportions inouïes jusqu'à ce jour. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques exemples anciens de chutes de verglas, analogues à celles du mois de janvier dernier.* Extrait d'une Lettre de M. VOGT à M. Jamin.

« .... Il y a une vingtaine d'années au moins, en janvier 1856 probablement, je longeais avec des amis le quai du Rhône, à Genève, par un temps froid et calme. Vers la tombée de la nuit, nous fûmes surpris par une pluie assez abondante, mais composée de gouttelettes fines. Nous remarquâmes avec surprise que les gouttes, parfaitement liquides, qui frappaient le sol, se transformaient à l'instant en une couche de verglas, laquelle s'épaississait à vue d'œil et à mesure que nous marchions. Les gouttes qui tombaient sur nos vêtements, sur ma main étendue, se solidifiaient instantanément, et le froid produit sur les mains par ces gouttes était tellement intense, que le contact de chaque goutte se sentait comme une légère piqûre d'épingle. Arrivés à la maison où nous devions nous rendre, nous avions de la peine à fermer nos parapluies; ils étaient couverts d'une couche de glace transparente et en apparence homogène, épaisse d'un doigt à peu près, et qui tenait si bien à la soie, que celle-ci en fut coupée.

» A vrai dire, je n'aurais pas gardé le souvenir de cette aventure, si, quelque temps après, je n'avais reçu une lettre de M. Mohr, de Coblentz, chimiste et physicien distingué, qui me demandait, en passant, si j'avais peut-être quelques notions sur des pluies se changeant en glace au moment de frapper le sol; M. Mohr avait été consulté, à titre d'expert, à propos de dégâts très-considérables causés dans les forêts des environs de Coblentz par un phénomène semblable à celui du 23 janvier. Des branches grosses comme la cuisse avaient été cassées comme des allumettes, disait-on, et le dégât s'élevait à une somme très-considérable. Un procès s'en était suivi entre les communes et l'État, copropriétaires de la forêt; d'après les lois en vigueur, l'une ou l'autre des deux parties devait supporter le dommage, suivant qu'il était causé par le vent (*Windschaden*) ou par la neige (*Schneebruch*). Dans son Rapport, M. Mohr attribuait le dommage à une pluie qui se serait congelée au moment où elle frappait les arbres. L'administration des forêts avait répondu que l'explication de M. Mohr était absolument inadmissible, contraire à tous les principes de la Sylviculture et de la Météorologie, que pareil phénomène ne s'était jamais vu et que les branches des arbres ne pouvaient être cassées que par le vent ou par la neige. M. Mohr était en quête d'observations analogues, faites par d'autres, et ma Communication lui arrivait à propos.

» Vous me permettrez encore un mot sur la rareté du phénomène, lequel devrait se rencontrer plus fréquemment, ainsi que vous le démontrez si bien dans votre article récent de la *Revue des Deux-Mondes*. Ce qui me frappe, c'est que le verglas du 23 janvier s'est formé par un temps très-calme. M. Mohr, en combattant l'idée que le dommage était causé par le vent, avait insisté aussi sur le calme complet; je n'ai aucun souvenir d'une agitation quelconque de l'air, pendant la pluie que j'ai observée. En admettant ces faits, je me demande si le choc des gouttes surfondues et poussées les unes contre les autres par le vent ne pourrait pas avoir le même effet que la rencontre des corpuscules microscopiques flottant dans l'atmosphère? Si cela était, la rareté du phénomène s'expliquerait aisément. »

M. **Ch. Cros** adresse une Note pour rappeler que ses premiers travaux relatifs à l'action des matières colorantes appliquées sur les couches photographiques ont été publiés en 1869.

M. G. **Planté** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 11 juin 1877, et contenant des « Recherches sur les effets produits par les courants électriques de haute tension et sur leurs analogies avec les phénomènes naturels ».

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Plusieurs des expériences qui y sont décrites ont été publiées déjà dans les *Comptes rendus*, en date du 1er octobre 1877 (t. LXXXV, p. 619); elles tendent à prouver, suivant l'auteur, que l'électricité, ou du moins la décharge électrique, consiste en un mouvement ou transport d'une quantité très-petite de matière pondérable animée d'une très-grande vitesse. La Note de M. G. Planté restera déposée au Secrétariat, pour servir, s'il y a lieu, à établir la priorité de l'auteur au sujet des faits et des projets d'expériences qu'elle contient.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 février 1878 (suite).

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1879. Bruxelles, F. Hayez, 1879; in-12.

Traité de l'art de formuler; par M. P. Yvon. Paris, Asselin et Cie, 1879 un vol. in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Étude sur les crânes Boughis et Dayaks du Muséum d'Histoire naturelle; par M. le Dr Montano. Paris, G. Masson, 1878 ; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; janvier 1879 Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Étude sur les alcalins; de leur action physiologique sur les phénomènes de nutrition, et de leur application thérapeutique; par M. le Dr L. Soulignoux. Paris A. Delahaye, 1878; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1879.

Recherches chimiques sur les tungstates terreux et métalliques (deuxième Mémoire); *par* M. Jules Lefort. Paris, Gauthier-Villars, 1879; br. in-8°.

Cartes du temps et avertissements de tempêtes; par M. Robert H. Scott traduit de l'anglais par MM. Zurcher et Margollé. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Actualités scientifiques. La Photographie et ses applications scientifiques; par M. R. Radau. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-18.

L'heure universelle. Esquisse d'une conférence qui devait être faite au Trocadéro pendant l'Exposition universelle. Albi, impr. Nouguiès, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. du Moncel.)

Liste des plantes phanérogames et cryptogames croissant spontanément à Saintes (Charente-Inférieure) et dans les environs; par M. P. Brunaud. Bordeaux, imp. Cadoret, 1878; in-8°.

Bibliographie des Ouvrages, Mémoires et Notices de Spectroscopie; par M. Ch. Fiévez. Bruxelles, F. Hayez, 1878; in-32.

Systeme régulateur automatique de l'écoulement des eaux pour empêcher les inondations, proposé par M. A. Cotelle. Mémoire descriptif. Melun, lith. Courtellemont; in-4°.

Petit almanach mensuel contenant les variations de l'atmosphère; par M. A.

LEMOINE: 1865-1866, février et mars. Saulx-Marchais, 1865-1866; 3 liv. in-18.

Polysecteur et polysectrices; par M. L.-P. MATTON. Lyon, imp. lith. Fugère, 1878; in-4°.

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani; disp. 12ª, dicembre 1878. Palermo, tipogr. Lao, 1878; in-4°.

Una nuova esperienza sulla elettrolisi con deboli elettromotori del Dr A. BARTOLI. Sassari, 1879; br. in-8°.

Sopra alcuni fenomeni che si osservano nel passaggio di una corrente elettrica per un voltametro ad acqua. Nota dell A. BARTOLI. Arezzo, 1878; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 février 1879.)

Page 359, ligne 6, *au lieu de :* Je rappellerai que... *mettre :* « En présentant l'Ouvrage de M. G. Planté, je rappellerai, avec l'auteur, que... »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 10 MARS 1879,

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

M. FIZEAU, Président de l'Académie pour l'année 1878, prononce l'allocution suivante :

« MESSIEURS,

» Nous avons à faire connaître, dans cette séance, le résultat des Concours ouverts par l'Académie pour l'année 1878, et à proclamer les noms de ceux qui ont eu l'honneur de remporter les prix ou d'obtenir les autres récompenses dont l'Académie dispose, chaque année, pour favoriser les progrès des diverses branches des Sciences mathématiques, physiques et naturelles.

» Nous devons dire, tout d'abord, que si l'Académie a lieu de se féliciter, cette année, d'avoir à signaler la haute valeur de plusieurs des Mémoires envoyés aux Concours, elle éprouve en même temps le regret de ne pas décerner aujourd'hui autant de prix et de récompenses qu'elle aurait souhaité de le faire. En effet, le jugement de plusieurs des Commissions chargées de prononcer dans les divers Concours a dû être remis aux années suivantes, par suite du petit nombre de Mémoires terminés par leurs auteurs dans les délais fixés par les Règlements. Espérons que la Science ne perdra rien pour avoir attendu et que les travaux, inachevés cette année, ne manqueront pas de se développer et de mûrir encore, pour venir augmenter d'autant la moisson prochaine.

» Au reste, n'est-il pas tout naturel qu'il en ait été ainsi, au milieu des circonstances qui ont accompagné la période que nous venons de traverser, et ne doit-on pas accorder aux esprits, même les plus fermes et les plus attachés à leur œuvre, le droit d'avoir eu quelques distractions pendant le temps où se préparait et s'accomplissait, au milieu de nous, le magnifique Concours ouvert à l'industrie, aux arts et au commerce du monde entier par l'Exposition de 1878? Merveilleux spectacle, qui n'aura pas eu seulement pour effet de captiver les regards et de satisfaire la curiosité de la foule, mais qui aura spécialement contribué à développer la prospérité du pays et le bien-être de tous en répandant de tous côtés l'émulation, le mouvement et le progrès !

» Ne craignons pas cependant que, dans cette circonstance, le bon sens public se soit laissé égarer par l'admiration jusqu'au point de croire que la vaste et magnifique enceinte pouvait, en réalité, renfermer à la fois tous les produits du travail, toutes les formes de l'activité humaine.

» On y aurait, en effet, cherché vainement, ce qui ne pouvait pas s'y rencontrer, la représentation du travail intellectuel sous ses formes multiples les plus élevées, l'œuvre immense des penseurs de tous les âges, philosophes, géomètres, naturalistes, poëtes, historiens, moralistes, tout ce précieux trésor de science, d'érudition, d'imagination, d'esprit, qu'amasse peu à peu, depuis des siècles, le travail incessant de l'intelligence humaine, et dont les progrès se confondent, de l'aveu de tous, avec ceux de la civilisation elle-même.

» Dans ce vaste domaine intellectuel, les Sciences mathématiques, physiques et naturelles occupent une place trop élevée pour qu'il ne paraisse pas à propos de rappeler ici quelques-unes des conquêtes qui leur sont dues, seulement depuis un siècle.

» Quelle série de travaux approfondis, de découvertes éclatantes, aussi bien dans le domaine de la Science pure que dans celui de la Science appliquée!

» C'est l'étonnante histoire du globe terrestre, de ses révolutions, de ses terrains, des animaux qui l'ont habité avant l'apparition de l'homme, ainsi que l'étude approfondie et la classification nouvelle des animaux, des plantes, des minéraux.

» C'est la vapeur et son incalculable puissance, animant toutes les machines de l'industrie et renouvelant tous les moyens de transport sur terre et sur mer; la pile électrique et ses applications à la théorie des aimants, à la télégraphie, à l'éclairage, au dépôt des métaux; l'aérostat voguant

dans les airs; le téléphone, le phonographe faisant entendre leurs voix étranges.

» C'est l'art de guérir faisant de nouveaux progrès et découvrant d'abord la méthode de l'auscultation et ensuite les propriétés bienfaisantes de certaines substances qui suspendent la douleur.

» C'est l'analyse chimique, fondée sur l'emploi de la balance, les lois des combinaisons minérales et organiques, la nature des fermentations, et la découverte de tous ces corps nouveaux, simples ou composés, qui intéressent presque au même degré la Science et l'Industrie.

» C'est l'invention surprenante de la Photographie, charmant les yeux par ses images si fines et si parfaites; l'analyse spectrale faisant découvrir de nouveaux corps simples et révélant la composition chimique des astres les plus éloignés, ainsi que la rapidité de leurs mouvements; l'histoire de la lumière et des couleurs, comprenant tous ces brillants phénomènes d'interférence, de polarisation, de phosphorescence, ainsi que la propagation des ondes lumineuses dans l'éther qui remplit l'espace.

» C'est la création et le développement du système métrique des poids et mesures; la rotation de la Terre, manifestée par les oscillations du pendule; les profondes recherches sur la chaleur et sur ses métamorphoses mécaniques; la Géométrie, l'Analyse, explorant, dans le domaine de l'abstraction, des régions jusque-là inaccessibles.

» C'est enfin l'Astronomie, non-seulement trouvant avec de plus puissants instruments de nombreux astres inconnus jusque-là, mais encore assez assurée de la connaissance des lois qui régissent les mouvements célestes pour assigner à l'avance et montrer du doigt, sur la sphère, la place où l'on devait découvrir la planète Neptune.

» Cependant, au milieu de ces grands succès, toujours attentive à conserver intactes sa dignité et son indépendance, la Science évite avec sagesse de se mêler aux ardeurs et aux entraînements des systèmes qui pourraient, en la dominant, la détourner de sa route; ayant montré, en toute occasion, qu'elle sait repousser tout ce qui ressemble à un joug destiné à l'asservir, elle borne à son tour son ambition à répandre au loin sa lumière, sans vouloir intervenir, hors de propos, dans les questions philosophiques ou sociales, ni se mettre en opposition avec les nobles accents du cœur ou la voix pure de la conscience.

» Poursuivant sans cesse la vérité à la lumière de l'évidence, cherchant à découvrir par l'expérience et la méditation les lois des phénomènes naturels, les règles des conceptions abstraites, la Science offre, dans sa méthode

si éprouvée et si féconde, un exemple frappant de hardiesse et de prudence, d'esprit d'innovation et en même temps de conservation des choses acquises.

» N'est-on pas, en effet, obligé de convenir, malgré l'apparente contradiction des termes, que ce qu'il y a peut-être au monde de plus mobile et à la fois de plus fixe, c'est la Science? mobile et variable dans ses procédés, dans ses expériences, dans ses inventions nouvelles, dans ses théories mêmes; fixe et invariable dans ses découvertes une fois accomplies, dans ses principes une fois démontrés, dans ses axiomes fondés sur l'évidence même; axiomes, principes, découvertes aussi stables et invariables que la raison humaine elle-même, ce reflet inaltérable de l'éternelle sagesse.

» Quelques-uns, il est vrai, pourront demander s'il est bien certain que la Science repose sur ces bases solides et si, au milieu des mutations incessantes que la nature éprouve autour de nous, la raison humaine n'est pas elle-même sujette à varier dans ses jugements, en sorte que ce qui est aujourd'hui vérité pourrait demain n'être qu'erreur.

» Bien qu'il soit peu vraisemblable que cette opinion ait beaucoup de faveur auprès de ceux qui se sont consacrés aux recherches scientifiques et qui se sont signalés par ces travaux et ces découvertes qu'accompagne le plus souvent un juste sentiment de la nature des choses, rappelons, comme propre à jeter du jour sur la question, l'exemple si frappant de quelques écrits mathématiques des anciens, qui sont parvenus jusqu'à nous.

» Les Livres d'Euclide et d'Archimède nous montrent clairement, en effet, que, plus de vingt siècles avant nous, on raisonnait, on démontrait, on jugeait absurde ou évident, absolument de la même manière que nous le faisons aujourd'hui. Après ces longs siècles, qui ont apporté d'ailleurs tant de changements dans les choses humaines et tant de progrès dans nos connaissances, la raison elle-même se retrouve donc invariable dans ses procédés et dans ses jugements. Ce qui était vrai il y a deux mille ans l'est encore pour nous aujourd'hui, et rien n'autorise à supposer qu'il n'en sera pas de même pour ceux qui viendront au monde lorsque deux mille ans de plus se seront encore écoulés.

» Le terrain paraît donc ferme et solide, et l'Édifice de la Science, que l'intelligence humaine a reçu la mission d'élever et d'embellir sans cesse, n'a rien à redouter du Temps lui-même, qui en consolidera les assises au lieu de les mettre en ruine.

» L'Académie a éprouvé, pendant l'année qui vient de finir, les pertes

les plus cruelles; la mort a frappé, coup sur coup, des savants illustres, de sympathiques confrères, auxquels nous devons aujourd'hui consacrer un hommage et un souvenir. Ce n'est pas sans émotion que nous prononcerons encore une fois, avec l'accent de l'amitié, ces noms que la Science conservera désormais gravés sur ses tables d'airain.

» Becquerel, Regnault, ont été enlevés à notre affection presque le même jour. Tous les deux, par d'immenses travaux, avaient attaché leurs noms, l'un à l'histoire de l'électricité, l'autre à l'histoire de la chaleur. Becquerel a pu goûter le bonheur de voir siéger parmi les membres de l'Académie le continuateur de son nom, de ses travaux, de ses succès. A Regnault était réservé le douloureux honneur de voir un fils, tout jeune encore et déjà célèbre dans les arts, succomber glorieusement sur le champ de bataille de Buzenval, en faisant face aux ennemis de la France.

» Claude Bernard, l'heureux émule de Bichat et de Magendie dans l'étude des phénomènes de la vie, a réalisé des progrès si éclatants dans les diverses branches de la Physiologie, notamment dans la connaissance des fonctions du foie et des propriétés du système nerveux, que l'on a pu se flatter un moment que le mystère de la vie allait être enfin dévoilé. Qui sait ce qui serait arrivé, si nous avions eu le bonheur de conserver plus longtemps le grand physiologiste, l'éminent écrivain, le sympathique confrère?

» Belgrand, si bon, si simple avec tous, si sûr et si hardi dans ses conceptions d'ingénieur! C'est à lui que la ville de Paris sera toujours redevable de ces sources limpides et abondantes, amenées, par d'immenses travaux d'art, du fond de la Champagne et de la Bourgogne jusque dans ses murs, ainsi que de la plus grande partie du réseau de la canalisation souterraine de la cité.

» Delafosse, élève et continuateur d'Haüy, a attaché son nom à un savant *Traité de Minéralogie* depuis longtemps devenu classique. Sa science, sa bonté, sa modestie, lui avaient attiré de toutes parts des témoignages de haute estime et d'affection qui ne cesseront pas d'accompagner son souvenir.

» Bienaymé s'était consacré à l'étude des questions relatives à la Statistique et au Calcul des probabilités, et il s'y était acquis une grande autorité. Ses savants Rapports sur les Concours de Statistique sont présents à tous les souvenirs, aussi bien que les éminentes qualités de son esprit et de son cœur, lesquelles lui avaient fait autant d'amis qu'il pouvait compter de confrères.

» Pourquoi faut-il être contraint d'ajouter encore à cette liste, déjà si

longue, le nom de Paul Gervais, que l'Académie a perdu il y a quelques jours seulement? Élève et collaborateur de de Blainville, ses publications sur l'ostéologie des animaux vivants et fossiles, ses découvertes et ses rares connaissances en Anatomie comparée, son amour sincère et désintéressé pour la Science, lui avaient depuis longtemps conquis tous les suffrages et resteront toujours l'honneur de sa mémoire. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1878.

PRIX EXTRAORDINAIRES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Bouquet, Chasles, Puiseux rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet d'un grand prix à décerner en 1877, puis en 1878, la question suivante :

« *Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à* » *l'étude des courbes algébriques.* »

Aucun Mémoire n'ayant été reçu au Secrétariat, la Commission propose de retirer la question du Concours.

Cette conclusion est adoptée par l'Académie.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Liouville, Faye, Yvon Villarceau, Lœwy, Puiseux rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante pour sujet d'un prix à décerner en 1878 :

« *Examiner s'il existe, dans la valeur du grand axe de l'orbite qu'une planète* » *décrit autour du Soleil, des inégalités séculaires de l'ordre du cube des masses,* » *et, dans le cas où ces inégalités ne se détruiraient pas rigoureusement, donner* » *le moyen d'en calculer la somme, au moins approximativement.* »

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé au Secrétariat, la Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix et propose de retirer la question du Concours.

Cette conclusion est adoptée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jamin, Becquerel, Berthelot, Tresca, Fizeau rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet d'un grand prix à décerner en 1878 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expé-* » *rimental et théorique.* »

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé pour ce Concours, la Commission propose de le proroger à l'année 1880, en modifiant l'énoncé du programme de la manière suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de* » *vue expérimental et théorique.* »

Cette conclusion est adoptée.

Voir aux prix proposés, page 510.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Blanchard, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages, P. Gervais, Milne Edwards rapporteur.)

La question proposée était la suivante :

« *Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la* » *France.* »

La Commission juge qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix pour l'année 1878; elle propose de proroger le terme du Concours à l'année 1880.

L'Académie adopte cette conclusion.

Voir aux prix proposés, page 511.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Mouchez, Paris, Rolland; MM. Dupuy de Lôme et Jurien de la Gravière rapporteurs.)

M. Charles Dupin, Ministre de la Marine, proposa en 1834, au roi Louis-Philippe, la création de deux prix de 6000 francs chacun. L'un de ces prix devait être attribué au meilleur travail sur l'emploi de la vapeur à bord des bâtiments de la marine militaire; l'autre serait destiné à récompenser le travail scientifique, Ouvrage ou Mémoire, qui aurait fait faire le plus grand progrès à l'application des Sciences mathématiques à la navigation. De ces deux propositions, une seule fut agréée : ce fut celle qui avait pour but d'encourager l'emploi de la vapeur sur nos navires de guerre. En 1876, l'Académie jugea cette formule trop étroite, et, revenant à la pensée même qui avait inspiré à M. Charles Dupin sa proposition, elle émit le vœu que le prix fût dorénavant décerné à tout progrès qui serait de nature à favoriser l'essor de la navigation et à augmenter l'efficacité de nos forces navales. Le vœu de l'Académie a été accueilli par M. le Ministre de la Marine et par les Chambres. Un crédit de 6000 francs se trouve, en conséquence, inscrit au budget de 1878 et mis à la disposition de l'Aca-

démie des Sciences pour récompenser le meilleur travail sur l'emploi de la vapeur à bord des bâtiments de la marine militaire, ou l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'application des Sciences, soit mathématiques, soit physiques, à la navigation.

La première condition énoncée dans le programme ci-dessus a paru à la Commission réalisée par les perfectionnements que M. **Perroy**, ingénieur de la marine, a su apporter aux appareils distillatoires installés à bord de nos vaisseaux; la seconde, par le remarquable travail de M. **Baills**, lieutenant de vaisseau, sur les éclipses et les occultations. La Commission a donc l'honneur de proposer à l'Académie de partager par fractions égales le prix de *six mille francs* inscrit au budget de 1878 entre M. **Baills**, lieutenant de vaisseau, et M. **Perroy**, ingénieur de la marine.

Les exposés qui vont suivre feront connaître à l'Académie les motifs qui ont dirigé la Commission dans ses choix.

Rapport sur le Mémoire de M. **Baills**, par M. l'Amiral Jurien de la Gravière.

Les travaux astronomiques de M. **Baills** remontent à une date assez reculée déjà. Le premier de ses Mémoires qui attira l'attention de l'Académie fut une Note, présentée dans la séance du 6 décembre 1875, sur les phénomènes astronomiques observés en 1597 par les Hollandais à la Nouvelle-Zemble. On sait qu'un des navires hollandais qui cherchaient, en 1596, le passage des mers d'Europe aux mers de Chine par le nord-est, passage qu'un de nos illustres Correspondants, M. Nordenskiöld, est peut-être à la veille de découvrir, fit naufrage à la Nouvelle-Zemble. Obligé d'hiverner dans cette île, l'équipage se construisit une hutte au fond d'une anse désignée sous le nom de *Port des Glaces*. Les observations les plus récentes ont placé le Port des Glaces par 76 degrés de latitude nord et 65°40′ de longitude est. Pendant leur séjour sur cette côte arctique, les Hollandais furent témoins d'un singulier phénomène : le 4 novembre, le Soleil avait définitivement quitté l'horizon pour faire place à la nuit polaire. Son retour, d'après les calculs du pilote Barentz, calculs fort exacts d'ailleurs, ne devait avoir lieu que le 8 février. Contrairement à toutes les prévisions, ce fut le 25 janvier que le Soleil reparut, c'est-à-dire quatorze jours trop tôt.

Le récit que firent les compagnons de Barentz, à leur retour en Hollande, ne trouva d'abord que des incrédules; mais les naufragés mirent en avant un argument décisif. Le jour même de l'apparition du Soleil, ils

avaient observé au N. $\frac{1}{4}$ N.-E., vers les 6 heures du matin, une conjonction de la Lune et de Jupiter. Ce phénomène était effectivement marqué pour ce jour-là dans les éphémérides publiées à Venise par Joseph Scala; il devait s'être produit à Venise à 1 heure du matin. Dès lors, le fait ne fut plus contesté et tous les savants, au nombre desquels il faut citer Kepler, admirent le phénomène de l'apparition prématurée du Soleil, en cherchant l'explication de cette surélévation dans les grands froids polaires. Ils admettaient ainsi, ce qu'aucune observation moderne n'est venue confirmer, que la réfraction, dans certains cas, peut atteindre 4°30′.

De la conjonction observée Barentz avait déduit grossièrement la longitude du Port des Glaces. Il avait ainsi placé ce port 85 degrés à l'est du méridien de Paris. Longtemps après, vers 1780, Lemonnier, Membre de l'Académie des Sciences, discutant les observations de Barentz, trouva un résultat peu différent de celui qu'avait indiqué le pilote hollandais. La longitude du Port des Glaces devait être, suivant lui, de 86 degrés. Mais la hutte de Barentz a été retrouvée. Un capitaine norvégien, le capitaine Carlsen, du baleinier *le Solid,* a débarqué en 1871 sur les lieux mêmes où avaient hiverné les Hollandais : il en a rapporté des livres et divers instruments abandonnés par l'équipage naufragé il y a aujourd'hui 281 ans. Selon le capitaine Carlsen, le Port des Glaces est bien situé par 76 degrés de latitude; la longitude, au contraire, donnée par Barentz, déduite des mêmes observations par Lemonnier, est tout à fait erronée : au lieu d'être de 85 ou de 86 degrés à l'est de Paris, elle est seulement de 65°40′.

Une si grande erreur mettait naturellement en doute l'observation de la conjonction sur laquelle reposait tout l'échafaudage des phénomènes constatés par les Hollandais. M. Baills reprit de toutes pièces le problème et crut pouvoir établir « que Barentz était de bonne foi, que ses observations étaient aussi exactes qu'on pouvait l'espérer, enfin que les grandes erreurs sur la longitude calculée provenaient, non de Barentz, qui avait observé, mais de Lemonnier, qui avait fait les calculs ».

La thèse était hardie : qui servirait d'arbitre entre M. Baills et Lemonnier? Un de nos éminents confrères, M. Lœwy, entreprit cette tâche difficile. Il refit les calculs de M. Baills, rendit une justice empressée aux ingénieux procédés dont le jeune officier avait fait usage et finit par déclarer que M. Baills avait non-seulement raison contre le savant astronome français, mais aussi contre un astronome allemand qui avait cru devoir évoquer et traiter la même question.

Ce verdict fut un grand encouragement donné au modeste et laborieux

lieutenant de vaisseau. M. Lœwy ne s'en tint pas là. Il avait deviné dans M. Baills des aptitudes hors ligne, un génie naissant, si l'on veut bien me passer l'expression, ce qu'il appelait lui-même un esprit autodidactique, et, à dater de ce jour, ce fut lui qui se chargea d'apprécier les travaux de M. Baills et d'en donner connaissance à l'Académie. Heureux les débutants qui trouvent de pareils appuis, et honneur aux savants généreux qui ouvrent ainsi la voie à de jeunes émules !

Un an à peine après la présentation de la Note relative aux observations de Barentz, le 3 décembre 1877, M. Lœwy présente à l'Académie un autre travail de M. Baills relatif aux occultations et à la prédiction graphique de ces phénomènes.

« M. Baills, dit-il, cherche à remplacer les méthodes analytiques actuelles, qui nécessitent des calculs très-longs, par un procédé graphique plus expéditif, problème qu'il a, en effet, résolu avec un succès complet. La méthode imaginée par M. Baills est d'une réelle importance scientifique, et elle est destinée à rendre surtout de sérieux services aux personnes qui n'ont pas suffisamment l'habitude des calculs compliqués. »

Tel est généralement le cas des marins. Auraient-ils d'ailleurs cette habitude, que le temps, le plus souvent, leur manquerait pour en faire usage.

Le 17 décembre de la même année, M. Lœwy appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur une seconde Note de M. Baills relative au calcul de la longitude ou de l'heure de Paris à la mer par les occultations d'étoiles.

« L'opinion de M. Baills, nous dit M. Lœwy, est qu'on ne profite pas suffisamment des ressources qu'offrent, pour la détermination des longitudes, les occultations des astres par le disque lunaire; il attribue la rareté des résultats obtenus aux difficultés provenant de l'exécution des calculs. Je partage complétement cette opinion, et ce sont ces considérations qui m'ont engagé moi-même à publier, dans la *Connaissance des Temps* de 1879, de nouveaux éléments destinés à faciliter ce genre de calculs. J'ai la conviction que M. Baills a rendu un service très-important aux navigateurs. Ils ne seront plus obligés de négliger le seul procédé qui leur reste quelquefois pour connaître avec certitude la position du navire. »

Que pourrions-nous ajouter à un jugement si flatteur et si compétent ? Rien assurément qui ne courût le risque d'en atténuer la valeur. Nous nous bornerons donc à bien préciser, d'après le travail de M. Baills lui-même, quel est le parti que l'on peut tirer de l'observation des occultations. Malgré toutes les garanties que présentent les instruments qui nous

sont livrés par des artistes justement célèbres, il peut se présenter certaines circonstances où les montres fassent défaut, par dérangement, par arrêt subit ou même simplement par désaccord grave. L'observation des distances lunaires était autrefois le moyen auquel, dans ce cas, on avait recours; mais la variation de la distance lunaire est si lente que l'observateur, placé généralement dans une position fort gênante, ne peut sans grande fatigue laisser le contact s'établir de lui-même. Il est obligé de recourir à la vis de rappel, manœuvre toujours défectueuse quand on vise à une grande précision. Les occultations sont en quelque sorte des distances lunaires qui se prennent sans instrument et qui sont par cela même dépouillées de toute erreur d'observation. Il suffit de regarder la Lune passer devant une étoile et l'éclipser brusquement. On pourrait objecter que les occultations des étoiles par la Lune sont rares et que ce moyen perd notablement de sa valeur par le peu de fréquence de ses applications. L'objection ne serait pas, suivant nous, fondée. Le procédé recommandé par M. Baills n'est pas destiné à fournir un point tous les jours. Il se présente, en moyenne, dans un lieu donné, six occultations par mois. Sur ces six occultations on peut raisonnablement admettre que deux au moins échapperont aux dangers d'un temps couvert ou de circonstances difficiles, telles que la petitesse de l'étoile ou la grandeur éclairée de la Lune. Il n'en faut pas davantage pour assurer l'exactitude de la navigation. Chaque observation sera comme une nouvelle relâche où l'on aura réglé sa montre à quelques secondes près.

Une des preuves les plus convaincantes de l'intérêt qui s'attache à la nouvelle méthode de détermination des longitudes à la mer, c'est assurément la série d'efforts qui ne peut manquer d'en généraliser bientôt l'application. M. Lœwy le premier, M. Berry, lieutenant de vaisseau, ensuite, ont publié des travaux fort appréciés et fort remarquables à l'effet de faciliter ce genre de calculs et de permettre de conclure la longitude cherchée avec toute la précision que comporte le mode d'observation préconisé par M. Baills.

La Commission est donc d'avis que M. **Baills**, suivant les expressions de M. Lœwy, *a rendu un service très-important aux navigateurs;* que son Mémoire rentre par conséquent dans le cadre des travaux que l'Académie désire encourager, et elle propose de lui décerner la moitié du prix de *six mille francs* inscrit au budget de 1878.

Rapport sur l'appareil distillatoire de M. **Perroy**, par M. Dupuy de Lôme.

Votre Commission, après avoir examiné les documents qui lui ont été adressés, concernant les progrès accomplis dans le matériel naval, et avoir fait appel aux connaissances particulières de chacun de ses Membres sur la question spéciale qui lui est soumise, doit signaler d'abord sommairement à l'Académie les modifications les plus importantes opérées dans la marine de guerre pendant ces dernières années.

1° En ce qui concerne les coques mêmes des navires, on leur donne des dimensions de plus en plus grandes. Les premières frégates cuirassées du type *Gloire*, construites en 1858, avaient 5500 tonneaux de déplacement; les vaisseaux cuirassés du type *Solferino* étaient de 6800 tonneaux, et les dernières grandes frégates cuirassées mises en chantier en 1878 déplaceront 10500 tonneaux d'eau; on étudie des projets de 12000 tonneaux. On divise de plus en plus les nouvelles coques en compartiments étanches indépendants, pour qu'il soit plus difficile de les couler bas. Les tôles d'acier sont venues remplacer en partie les tôles de fer. Les cuirasses en fer forgé atteignent maintenant jusqu'à 55 et 60 centimètres d'épaisseur. L'application se fait sur une grande échelle des constructions composites aux navires croiseurs à grande vitesse, pour lesquels, afin d'obtenir des surfaces de carène plus lisses et conservant plus longtemps leur poli, on construit les coques en fer doublées de deux couches de bois et recouvertes de cuivre dans la partie immergée.

2° Les machines motrices sont de plus en plus puissantes, car, malgré l'accroissement des poids et des volumes de carène, les vitesses de marche, loin de se restreindre, dépassent au contraire celles précédemment réalisées. Le vaisseau à vapeur *le Napoléon* avait une machine motrice de 900 chevaux nominaux, réalisant 3200 chevaux de 75 kilogrammètres; sa vitesse a atteint 13,8 nœuds. Les machines de nos premières frégates cuirassées, type *Gloire*, étaient aussi de 900 chevaux nominaux et leur vitesse a été la même que celle du *Napoléon*. Les vaisseaux cuirassés du type *Solferino*, ainsi que les frégates cuirassées du type *Provence*, étaient de 1000 chevaux nominaux, et leurs vitesses ont été de 14 nœuds; le vaisseau cuirassé *l'Amiral Duperré*, maintenant en construction, recevra une machine de 2000 chevaux nominaux, et cette année même ont eu lieu les essais du *Tourville* et du *Duquesne*, croiseurs de premier rang, qui ont eu une vitesse de 17 nœuds avec une puissance motrice de 1800 chevaux nominaux, réalisant 7200 chevaux de 75 kilogrammètres.

L'emploi de la haute pression avec des condenseurs à surface, des chemises aux cylindres et de grandes détentes dans des cylindres successifs, a procuré une économie considérable dans la consommation de combustible. Cette consommation est maintenant, pour les bonnes machines aux essais, de 900 grammes, et, en service courant, de 1100 grammes par cheval et par heure.

3° L'artillerie des navires de guerre comprend déjà des pièces pesant 35 tonnes, lançant, avec des vitesses initiales de 500 mètres par seconde, des projectiles pouvant percer les cuirasses à des distances suffisamment rapprochées et pouvant faire tomber leurs énormes obus oblongs au delà de 12 kilomètres. Cependant on trouve encore ces pièces insuffisantes et l'on se prépare à en exécuter qui pèseront, affût compris, 75 tonnes et même 100 tonnes de 1000 kilogrammes. L'emploi de cette artillerie à charges colossales a conduit à modifier profondément la nature des poudres de guerre. Le volume et la forme du grain ont été calculés pour le plus grand effet balistique à produire en ménageant le métal de la bouche à feu. Enfin, des appareils hydrauliques et autres ont été appliqués à la manœuvre des affûts, aux mouvements des gargousses et des projectiles.

4° Il a été créé de nouveaux engins de combat, tant pour l'attaque que pour la défense, tels que les torpilles sous-marines, fixes ou mobiles, ainsi que les canots porte-torpilles et lance-torpilles. L'industrie française vient de livrer à notre marine de ces canots atteignant des vitesses de 19 nœuds et demi.

Les modifications si considérables dans le matériel naval que votre Commission vient d'énumérer sommairement sont les résultats d'efforts communs et successifs de tous ceux qui s'occupent de ces questions, tant en France qu'à l'étranger. Il est impossible, à leur sujet, d'appeler avec équité l'attention de l'Académie sur tel ou tel nom d'auteur.

Mais il est des travaux spéciaux qui, quoique d'une apparence plus modeste, n'en ont pas moins leur importance et leur mérite. Tel est l'appareil distillatoire dont M. l'ingénieur **Perroy** a doté la marine.

La question de l'approvisionnement de l'eau à boire à bord des navires de long cours a été de tout temps l'objet des justes préoccupations des marins, des constructeurs de navires et de savants, parmi lesquels on compte Lavoisier. Un Mémoire de l'illustre chimiste, en date du 10 juillet 1775, expose une nouvelle méthode pour la distillation des eaux-de-vie et des eaux de mer.

Mais, pour passer de l'idée théorique à la solution pratique et complète

de la question, il a fallu bien des essais et bien du temps, à tel point que nous ne sommes pas encore loin du temps où l'eau douce en provision s'embarquait dans des barriques en bois, dans lesquelles elle se corrompait vite. Les anciens marins nous ont raconté leurs souffrances, non-seulement lorsque, l'eau menaçant de manquer, il fallait réduire la ration journalière tout à fait au-dessous des besoins nécessaires à la vie, mais encore lorsque, habituellement, avant la fin de toute traversée un peu longue, l'eau douce en provision, s'étant corrompue, exhalait une odeur tellement nauséabonde, qu'il fallait un effort de volonté pour arriver à la boire.

La substitution des caisses en fer aux barriques en bois (substitution qui n'a commencé qu'après les guerres de la République et de l'Empire) a été un progrès considérable. Dans ces caisses en fer, l'eau devient, il est vrai, promptement ferrugineuse et jaunâtre, mais au moins elle n'a plus cette odeur infecte de l'eau conservée dans les barriques en bois.

Malheureusement, la quantité d'eau nécessaire pour des équipages de 800 à 1000 hommes, tels que ceux de nos grands vaisseaux de guerre, était si considérable, même en limitant la consommation à une moyenne de 3 litres par homme et par jour, que les approvisionnements, qui prenaient une place excessive dans les cales des vaisseaux, étaient la cause principale qui limitait le temps pendant lequel ils pouvaient être appelés à tenir la mer.

On comprend donc l'utilité des efforts faits par de nombreux inventeurs pour obtenir à bord des navires de l'eau douce par la distillation de l'eau de mer.

Les cuisines distillatoires, qui utilisaient le feu même nécessaire à la cuisson des aliments en lui faisant distiller en même temps de l'eau de mer, ont rendu, à cet égard, de notables services, et nous rappellerons que, parmi ces cuisines, les plus appréciées des marins, celles qui portaient le nom de *cuisines Rocher*, ont été longtemps recherchées a juste titre.

Mais ces cuisines ne produisaient encore qu'une quantité d'eau limitée, et elles étaient sujettes à de fréquentes avaries.

Quand ont paru les navires à vapeur de grande navigation, l'idée s'est naturellement produite de prélever, sur la vapeur d'eau nécessaire au travail dynamique de la machine motrice, une quantité relativement minime et d'en faire de l'eau douce pour la consommation de l'équipage. De cette idée juste sont nés plusieurs systèmes d'appareils propres à condenser une partie de la vapeur des chaudières. Il serait trop long et inutile ici de les énumérer et de les décrire tous. Disons seulement que

ces premiers appareils laissaient beaucoup à désirer au point de vue de la qualité des eaux produites, qui, en général, manquant d'air, étaient lourdes à l'estomac et conservaient presque toujours un goût empyreumatique provenant des graisses introduites dans la chaudière avec les eaux d'alimentation. Il est survenu, en outre, avec l'emploi de quelques-uns de ces premiers appareils, des accidents graves au point de vue de la santé des équipages, par suite du passage de ces eaux distillées dans des tuyaux en plomb mal étamés à l'intérieur, tuyaux sans danger avec l'emploi des eaux de source contenant toujours plus ou moins de sels terreux, mais dans lesquels l'eau distillée se chargeait de sels de plomb. M. Perroy, ingénieur de la marine, a enfin réussi, il y a déjà un certain nombre d'années, à doter la marine d'un appareil à faire de l'eau douce, exempt des inconvénients inhérents aux autres systèmes précédemment essayés.

L'eau, au sortir des appareils de M. Perroy, est saturée d'air. Obtenue à une température relativement basse, elle ne produit pas dans la cale cette vapeur aussi désagréable par l'odeur, qui était inhérente aux produits des autres appareils, que par l'humidité qu'ils entretenaient partout. Enfin, l'eau ainsi produite n'a plus aucun mauvais goût et elle est immédiatement potable.

L'appareil à faire de l'eau douce du système Perroy se compose de trois parties principales : l'aérateur, le réfrigérant et la caisse à noir animal.

L'aérateur est placé en avant du réfrigérant sur le parcours même de la vapeur. Il se compose de deux cônes entrant l'un dans l'autre. Le cône extérieur communique avec l'air ambiant au moyen de deux petits robinets; le cône intérieur est traversé par la vapeur, laquelle, en débouchant dans le premier, entraîne avec elle une quantité d'air considérable, qui forme dans l'appareil un courant au milieu duquel s'opère la condensation de la vapeur, ce qui permet à l'eau produite de se saturer d'air.

Le réfrigérant est du type de ceux que l'on nomme *à circulation*. La vapeur, à son arrivée, pénètre dans un petit nombre de tubes auxquels on a donné, par des retours multipliés, des longueurs relativement considérables. Ces tubes sont en cuivre rouge étamé à l'étain fin. Ils sont réunis par des plaques de tête en bronze. L'étanchéité, à la jonction des tubes et des plaques de tête, s'opère au moyen de bagues en caoutchouc, appuyant sur des bourrelets d'étain coulé sur l'extrémité des tubes; ces bagues sont comprimées par l'intermédiaire de tirants ou d'entretoises en

bronze qui relient les plaques entre elles. Ce mode de tenue, dont l'expérience a démontré la bonté sous le rapport de l'étanchéité, a ce grand avantage qu'il rend tout l'appareil démontable à volonté, ce qui permet de nettoyer les tubes ou même de les changer aussi souvent que le besoin s'en fait sentir.

Tout cet appareil de circulation est renfermé dans une caisse en tôle dont les faces sont boulonnées entre elles. L'intérieur de cette caisse est mis en communication avec la mer : 1° par une prise d'eau inférieure qui donne accès à l'eau extérieure, et 2° par une autre prise d'eau supérieure, par laquelle s'échappe cette même eau une fois qu'elle s'est échauffée. La circulation de l'eau de mer s'établit dans cette caisse par le seul fait de la diminution de densité provenant de la différence de température qui s'établit entre les différentes couches de l'eau de mer, échauffée en condensant la vapeur.

L'eau douce, au sortir de l'appareil de condensation, se rend dans une caisse contenant du noir animal, à travers lequel des cloisons verticales la forcent à circuler.

Le courant d'air produit par l'aération peut, quand on le veut, donner naissance, dans l'intérieur du réfrigérant, à une pression, laquelle est utilisée pour élever l'eau de condensation à une hauteur qui peut atteindre plusieurs mètres. Cette disposition donne de grandes facilités pour l'installation à bord de la caisse de noir, laquelle peut ainsi, si les localités l'exigent, se placer bien au-dessus du réfrigérant.

M. Perroy a adopté, pour ses appareils à faire de l'eau douce, trois types, ne différant les uns des autres que par les dimensions; le plus grand de ses appareils produit 10 000 litres d'eau par vingt-quatre heures, le second 6000 et le troisième 3500 litres.

Le premier appareil du système Perroy a été installé, en 1862, à bord de la frégate cuirassée *la Gloire*. Les premiers essais faits à bord de cette frégate furent soumis à l'examen du Conseil des travaux, lequel, dans sa séance du 27 août 1862, « appréciant les excellents résultats obtenus par l'emploi du nouveau mode de distillation à bord de la frégate *la Gloire*, a exprimé l'avis qu'il y avait lieu d'entreprendre une série d'expériences comparatives entre ces appareils et quelques-uns des autres réfrigérants en usage ».

Sur ces entrefaites, un autre appareil du même système avait été installé à bord du *d'Assas*, corvette à hélice du port de Toulon, qui armait pour une campagne de trois ans dans le Pacifique. Le 24 avril 1863, une Commis-

sion fit une série d'essais comparatifs entre l'appareil du *d'Assas*, plusieurs autres réfrigérants, ainsi que des cuisines distillatoires; cette Commission résuma ses observations dans cette conclusion : « En résumé, la Commission reconnaît à l'appareil de M. Perroy une supériorité très-marquée sur tous les appareils soumis à des expériences comparatives. »

A ce Rapport se trouvent joints des tableaux constatant que l'appareil à faire de l'eau douce du système Perroy a produit, en vingt-quatre heures, jusqu'à 12000 litres d'eau, dont la température ne dépassait pas 35 degrés et dans les meilleures conditions comme eau potable.

A la suite de ce Rapport, le Conseil des travaux prit une nouvelle délibération, en date du 26 mai 1863, dans laquelle, « considérant que, grâce à l'addition d'un aérateur et d'un filtre à charbon animal, l'appareil Perroy a, de plus que les autres appareils, le précieux avantage de fournir immédiatement de l'eau excellente à boire, et qu'il est, du reste, bien entendu dans toutes ses parties, le Conseil émet l'avis qu'il y a lieu d'en étendre l'emploi à un certain nombre de navires ».

A la suite de cette délibération, deux réfrigérants furent installés sur l'*Amazone*, qui faisait le transport des malades du Sénégal à Cayenne et aux Antilles, avec retour à Toulon.

M. Aune, capitaine de frégate, commandant l'*Amazone*, adressait, le 23 juin 1864, à M. le Ministre, un Rapport contenant le passage suivant :

« Il est de mon devoir de vous signaler le réfrigérant de M. l'ingénieur Perroy comme remplissant toutes les qualités désirables. Grâce à cet appareil, j'ai pu donner au personnel nombreux que portait l'*Amazone* une large ration d'eau, ce qui, sous les tropiques, est une augmentation de bien-être inappréciable. Avec ce nouveau système j'ai pu, étant à la voile et en allumant quelques fourneaux d'une chaudière, faire en vingt-quatre heures 24000 litres d'eau douce, très-potable tout de suite. »

Peu de temps après, l'expérience d'une longue campagne venait démontrer le bon fonctionnement prolongé de ces appareils. En 1866, le *d'Assas* rentrait à Toulon après une campagne de trois ans, et le commandant, M. de Kergrist, adressait à M. le Ministre de la Marine le Rapport suivant :

« Le réfrigérant de M. l'ingénieur Perroy, qui a été embarqué à bord du *d'Assas* à la fin de 1862, a parfaitement fonctionné pendant la campagne que ce bâtiment vient de faire dans les mers du sud pendant les années 1863, 1864, 1865 et 1866; il a passé victorieusement par les épreuves de températures bien différentes, puisqu'il a répondu à tous les besoins par des chaleurs de + 38° et tantôt par des froids de — 3° C.; il a fonctionné

par des vitesses de 9 $\frac{1}{2}$ nœuds et jusqu'à celles de $2^{m},5$ sans le secours du petit cheval.

» Il a donné de l'eau douce pendant des coups de vent comme par des mers plates. En un mot, ce réfrigérant a répondu à toutes nos espérances, sans présenter l'inconvénient majeur d'être la cause de vapeurs humides et chaudes circulant dans la cale, comme en produisent les réfrigérants établis à bord des autres bâtiments.

» L'eau qu'il a fournie était douce, aérée, inodore, parfaitement potable, d'une limpidité remarquable et relativement fraîche. Ce n'était que lorsque la température de l'eau de mer était élevée qu'elle avait besoin de séjourner un peu dans les caisses à eau, si l'on tenait à faire plus de 250 litres d'eau douce à l'heure.

» L'eau fournie par le réfrigérant Perroy a toujours fait l'admiration de ceux qui l'ont goûtée, et il n'y a pas à douter de sa bonne influence sur la santé de l'équipage, qui n'a pu être altérée, pendant ce long séjour dans le Pacifique, que par les fièvres paludéennes et endémiques d'Acapulco. Les autres affections qui souvent sont dues à quelques mauvaises ou médiocres qualités d'eau ne se sont pas produites à bord du *d'Assas,* et je dois ajouter que la confiance que nous avions tous dans la pureté et la salubrité des eaux de notre réfrigérant a maintenu le moral de notre équipage pendant ces trois années de mer.

» La production de l'eau a été de 500 litres à l'heure....

» Il n'y a aucune réparation sérieuse à faire au réfrigérant....

» En somme, le réfrigérant Perroy me semble une des bonnes acquisitions faites récemment pour assurer le bien-être et la bonne santé à bord de nos bâtiments. »

L'année suivante, le capitaine de vaisseau Barthe, commandant l'*Amazone,* rapportait à Toulon, dans ses caisses, après un voyage fait avec des malades au Sénégal, à Cayenne et aux Antilles, l'eau qu'il avait prise à Toulon à son départ. Pendant toute la campagne, le bâtiment tout entier, y compris les malades, n'avait bu que l'eau provenant du réfrigérant Perroy.

Enfin le Ministre, par une dépêche en date du 25 novembre 1867, rendait cet appareil définitivement réglementaire.

Par suite de cette dépêche, tous les bâtiments de la marine militaire qu'on a cru devoir munir d'appareils à faire de l'eau douce les ont reçus du système Perroy, considéré avec raison comme un important moyen de conserver la santé du personnel embarqué, surtout à bord des navires

chargés du rapatriement des malades de nos colonies et de ceux portant des troupes pour de longues traversées.

En conséquence, votre Commission propose à l'Académie de décerner la moitié du prix de *six mille francs* à M. **Perroy**.

Les conclusions de la Commission sont adoptées par l'Académie.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Phillips, Resal, Bertrand rapporteur).

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner le prix Poncelet, de l'année 1878, à M. **Maurice Lévy**, pour l'ensemble de ses travaux sur la Mécanique.

L'Académie adopte cette conclusion.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

(Commissaires : MM. le général Morin, Phillips, Rolland, Resal, Tresca rapporteur.)

Depuis les travaux de Woolf, qui a fait faire le plus grand pas, par l'emploi de la détente dans un deuxième cylindre, au bon emploi de la vapeur sous le rapport de l'utilisation de son travail, la machine à vapeur a été l'objet de perfectionnements successifs tels, que l'on ne construit plus, depuis longtemps, aucune machine dans laquelle la détente ne joue un rôle plus ou moins considérable.

Les avantages de régularité et d'économie réalisés par le système de Woolf n'ont pas empêché les constructeurs de donner souvent, pour diminuer le coût de premier établissement, la préférence aux machines dans lesquelles toute l'évolution de la vapeur s'effectuait dans le même cylindre, et c'est même dans ces sortes de machines que les plus grandes détentes ont été réalisées.

L'inventeur auquel votre Commission vous propose de décerner cette année

le prix de Mécanique, M. **George-H. Corliss** [1], s'est surtout préoccupé des améliorations à introduire dans ces machines à un seul cylindre; mais, par la force des choses, ces améliorations ont également été appliquées, à l'Exposition de 1878, à plusieurs machines de Woolf, désignées maintenant, dans leurs dernières dispositions, sous le nom de *machines Compound.*

Les machines Corliss, qui avaient paru pour la première fois à l'Exposition de 1862, à Londres, paraissent aujourd'hui d'un emploi général, et nous n'exagérerons rien en affirmant que ce type, plus ou moins modifié, formait au Champ-de-Mars plus de la moitié du nombre total des machines à vapeur exposées.

Trois dispositions principales caractérisent la machine Corliss : une forme particulière du bâti, qui établit, avec moins de matière, une parfaite solidarité entre le cylindre et l'arbre moteur; le dédoublement des orifices d'admission et d'émission, qui deviennent ainsi complétement distincts, au grand avantage de la permanence de la température de la vapeur à son entrée dans le cylindre; enfin un système de distribution commandé par un plateau central pour les quatre orifices, avec intermédiaire de ressorts et de cames qui assurent l'ouverture et la fermeture de ces orifices avec une très-grande rapidité.

Dès l'apparition de la machine Corliss aux États-Unis, on put reconnaître la netteté géométrique des diagrammes que l'on obtenait en y appliquant l'indicateur de Watt. Aucune machine antérieure n'avait fourni des résultats aussi favorables sous ce rapport. Depuis lors, nombre d'ingénieurs ont cherché à diminuer encore les espaces nuisibles, déjà si restreints, et à éviter les chocs des organes de distribution, toujours un peu délicats, et ils sont arrivés sous bien des formes différentes à des résultats remarquables.

La machine Corliss, telle que nous l'avons vue à l'Exposition de 1878, ne dépense pas plus de 7 à 8 kilogrammes de vapeur par force de cheval et par heure, soit 1 kilogramme de charbon. On annonce que celle de 700 chevaux, construite par M. Farcot pour le service des eaux d'égout à Asnières, ne consomme que 5 kilogrammes d'eau ou 600 grammes de houille.

Bien que nous revendiquions pour notre habile constructeur Cavé le principe de la séparation entre les orifices et conduits d'admission et les

(1) Les ateliers de M. Corliss constituent un des plus importants établissements de constructions mécaniques, à la Providence, Rhode-Island (États-Unis d'Amérique).

orifices et conduits d'échappement, principe qu'il a appliqué à plusieurs machines de bateau, nous pensons que l'emploi généralisé des machines Corliss, la précision de leur fonctionnement et l'économie constatée méritent à leur inventeur le prix de Mécanique de la fondation Montyon, que nous proposons ainsi de décerner à M. **G.-H. Corliss**, en en portant la valeur à *mille francs*.

L'Académie approuve les conclusions du Rapport.

PRIX PLUMEY

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, amiral Pâris, général Morin, Dupuy de Lôme rapporteur.)

L'Académie, dans sa séance du 3 juin 1878, a déjà entendu le Rapport qui lui a été fait par la Commission chargée d'examiner le *compteur différentiel* de M. Valessie, capitaine de frégate, compteur destiné à régulariser la marche des navires à vapeur, surtout en escadre.

L'Académie a bien voulu adopter les conclusions du Rapport de cette Commission, qui lui proposait de se joindre à elle pour remercier M. Valessie de son importante Communication.

Depuis cette époque, le compteur différentiel de M. Valessie a continué à fonctionner avec le plus grand succès à bord des navires composant notre escadre de la Méditerranée, et tous les commandants apprécient hautement la facilité que cet instrument leur donne pour régulariser leur marche. Il leur permet de maintenir le navire, bien mieux qu'on ne pouvait le faire antérieurement, à la vitesse qui lui est assignée au milieu des autres bâtiments de l'escadre, et il leur fournit un moyen de revenir à leur poste en avançant ou en reculant d'une quantité voulue, par la seule observation de cet instrument, lorsqu'ils se sont, par mégarde, avancés ou attardés par un excès ou un déficit momentané dans la vitesse de la machine.

La Commission, chargée par l'Académie de décerner le prix Plumey en 1878, se référant aux considérations et à l'exposé complet contenus dans le Rapport qu'elle a entendu le 3 juin dernier, se borne ici à rappeler sommairement le principe et les dispositions principales du compteur différentiel de M. Valessie.

Dans cet appareil se présente tout d'abord une montre dont l'aiguille, battant les secondes, fait le tour complet du cadran en une minute. Cette

montre est fixée sur un tourteau tournant, centré avec l'axe même de l'aiguille de la montre, et auquel la machine motrice du navire imprime un mouvement de rotation en sens inverse de celui de l'aiguille. Au moyen d'un jeu d'engrenage à multiplication variable de vitesse, le mécanicien établit pour chaque allure de la machine une relation telle entre le nombre de tours de cette machine et celui du tourteau porte-montre, que ce dernier fait précisément un tour par minute pour l'allure voulue de la machine. L'aiguille de la montre reste donc immobile, vis-à-vis d'un repère fixe porté par la boîte de l'instrument, tant que la machine est maintenue à l'allure commandée. Si elle s'accélère, l'aiguille de la montre recule par rapport au repère fixe; cette aiguille avance, au contraire, si la marche se ralentit.

Il résulte de cette disposition une indication d'une extrême sensibilité, permettant au mécanicien de maintenir la machine à l'allure commandée. Il y a plus, si l'aiguille de la montre est en retard ou en avance de quelques secondes sur son repère, elle indique le nombre de tours faits en trop ou en déficit, et il suffit (pratiquement) d'accélérer ou de retarder pendant quelque temps l'allure de la machine, jusqu'à ce que l'aiguille soit revenue vis-à-vis de son repère, pour que le navire, momentanément écarté de son poste par une erreur d'allure de la machine, y soit naturellement ramené.

Votre Commission, appréciant l'importance du compteur différentiel de M. Valessie pour la sécurité et la facilité des marches et des manœuvres en escadre, vous propose de décerner à cet officier le prix Plumey pour l'année 1878.

L'Académie approuve les conclusions du Rapport.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, H. Sainte-Claire Deville, Tresca, Dumas, général Morin rapporteur.)

L'Académie avait proposé, pour sujet d'un prix à décerner en 1876, puis en 1878, la question suivante :

« *Trouver le moyen de faire disparaître ou du moins d'atténuer sérieuse-*
» *ment la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion*
» *sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur,*
» *ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu.* »

La Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix cette

année; elle propose, vu l'importance de la question, de proroger le Concours à l'année 1880.

Cette conclusion est adoptée.

Voir aux prix proposés, page 515.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Mouchez, Lœwy, Liouville, Janssen, Faye rapporteur.)

Lorsque l'on commença à soumettre les météorites qui tombent du ciel à l'analyse chimique, on fut très-frappé de n'y trouver que des éléments purement terrestres. Plus tard, on reconnut que, malgré cette curieuse identité chimique, leurs caractères minéralogiques différaient notablement de ceux des matériaux qu'on trouve sur notre globe. Leur caractère général était d'un degré d'oxydation très-décidément inférieur à celui de nos minéraux. Mais peu à peu cette opposition, si tranchée d'abord, s'effaça ; on finit par reconnaître que les matériaux expulsés par nos volcans ou amenés à la surface par l'ascension de roches fondues, venues de l'intérieur, offrent précisément les mêmes caractères, en sorte que, si les minéraux célestes diffèrent beaucoup de ceux de nos couches superficielles, ils ressemblent, au contraire, de très-près aux matériaux qui forment les assises inférieures de l'écorce terrestre. Tout récemment, enfin, on a constaté que les antiques éruptions de basalte ont amené à la surface, des profondeurs de notre globe, des blocs de fer métallique allié au nickel tout comme celui des météorites, tandis qu'il suffisait naguère de rencontrer à la surface de la Terre un fragment pareil pour prononcer qu'il venait du ciel.

Les astronomes ont suivi surtout avec intérêt les beaux travaux de M. Daubrée, qui ont tant contribué à établir une connexion si peu prévue entre les astéroïdes venus du ciel et les couches profondes de notre globe ; nous avons été conduits par là à donner une attention plus soutenue aux recherches de son élève et continuateur, M. Stanislas Meunier. Ce n'est pas sans quelque surprise que nous avons appris, par ses récents travaux, que l'analogie ne réside pas seulement dans la constitution minéralogique, mais qu'elle se poursuit jusque dans les rapports que ces matériaux cos-

miques, disséminés dans l'espace, présentent entre eux lorsqu'on les compare les uns aux autres, comme on le fait pour les roches constituantes de notre globe. Ainsi, M. S. Meunier retrouve dans les météorites des roches bréchiformes, des roches éruptives, des roches filoniennes, si l'on peut s'exprimer ainsi, des roches épigéniques et jusqu'à des roches ayant subi un métamorphisme évident. Ces analogies, l'auteur les confirme par des expériences directes, et, comme de tels effets n'ont pu se produire dans des masses très-petites, circulant aujourd'hui dans l'espace à l'état d'isolement complet, telles enfin qu'elles se montrent à nous quand elles ont pénétré dans notre atmosphère, M. Stanislas Meunier semble être en droit de conclure que toutes ces masses ont dû appartenir autrefois à un globe considérable qui aura eu, comme la Terre, de véritables époques géologiques et se sera plus tard décomposé en fragments séparés, sous l'action de causes difficiles à préciser, mais que nous avons vues à l'œuvre plus d'une fois dans le ciel même.

Une telle conclusion ajoute grandement à l'intérêt de ces astres minuscules. L'astronome ne s'occupait guère autrefois que de leurs mouvements, de leur distribution probable dans l'espace; il sait aujourd'hui qu'il faut compter avec la Géologie sidérale, tout comme il lui faut tenir compte aujourd'hui de la Physique céleste, de la Chimie céleste, de la Minéralogie céleste. Votre Commission a cru devoir accorder, cette année, le prix Lalande à l'auteur de ces ingénieuses recherches, pour l'encourager à persister dans des études si intéressantes au point de vue de la constitution intime de notre système solaire.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Janssen, Mouchez, Faye, Yvon Villarceau, Lœwy rapporteur.)

L'Académie a proposé de décerner le prix Valz de l'année 1878 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante faite dans le courant de l'année. La Commission n'a pas cru devoir s'en tenir rigoureusement à la limite étroite d'une année fixée par le programme, et elle vous propose de décerner ce prix à la publication astronomique parue dans l'année 1878 qui lui a semblé la plus digne de cet honneur. Elle est d'ailleurs restée, sous ce rapport, en parfaite harmonie avec les intentions de la donatrice, Mme Veuve Valz ayant fondé ce prix pour récompenser toute

personne qui, en France ou à l'étranger, aurait fait l'observation la plus intéressante, produit le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

Votre Commission vous propose donc de décerner ce prix à M. **Jules Schmidt**, directeur de l'Observatoire d'Athènes, qui vient de publier, cette année, son immense travail sélénographique, travail basé sur une grande série d'observations accumulées pendant trente-quatre années et sur 2731 dessins qui lui ont servi à la construction de sa grande Carte de la Lune, d'un diamètre de 2 mètres.

Pour bien faire ressortir l'utilité et l'importance de l'œuvre de M. Schmidt, je vais, en quelques mots seulement, indiquer les travaux exécutés avant lui et les phases successives qu'ont traversées les différentes questions relatives à l'étude de l'astre lunaire.

Le diamètre de la Lune, son voisinage de notre globe et le faible éclat de sa lumière sont autant de circonstances favorables qui permettent de distinguer déjà à l'œil nu, à côté des parties brillantes de son disque, d'autres parties ombrées et diversement répandues sur sa surface, et nul astre dans le système stellaire ne paraît être mieux placé pour nous dévoiler les secrets du monde solaire. Aussi, depuis l'invention de la lunette de Galilée, la curiosité humaine a-t-elle trouvé là un vaste champ d'exploration et d'études, à la suite desquelles ont pu être soulevées et discutées les questions les plus variées concernant la constitution physique de notre satellite, la probabilité d'accidents sélénologiques qui pourraient en modifier l'aspect, l'existence réelle ou non d'une atmosphère, enfin la possibilité de trouver dans les faits observés relativement à l'astre lunaire l'indice d'une vie organique qui s'y manifesterait.

Mais, pour que ces divers problèmes eussent pu recevoir une solution vraiment scientifique, pour que des recherches efficaces eussent pu être sérieusement entreprises, il eût fallu dès l'abord construire des Cartes reproduisant l'image fidèle de la surface lunaire. C'est, en effet, par des comparaisons successives des travaux exécutés à des époques différentes que l'on parviendra à des conclusions certaines sur ce qui existe et sur les changements qui auront pu survenir.

Malheureusement, des documents de cette nature sont restés pendant deux siècles tout à fait incomplets, et les Cartes ou dessins tracés par Galilée, Scheiner, Langrenus, Hevelius, Cassini, Grimaldi, Lahire et d'autres astronomes, sans doute d'une haute valeur à leur époque, ne peuvent être regardés que comme des esquisses grossières de la Lune, d'ailleurs enta-

chées quelquefois de beaucoup d'erreurs. C'est Tobias Mayer qui a fourni le point de départ d'une discussion sérieuse en construisant la première Carte précise de 20 centimètres de diamètre. Ce travail, malgré ses modestes proportions, resta néanmoins jusque vers 1824 le seul document publié, possédant, sous le rapport de la précision, une véritable valeur scientifique. Mais bien avant l'apparition de documents de nature à inspirer confiance, vers la fin du siècle dernier et au commencement du nôtre, toutes ces questions avaient eu le privilége bien naturel de passionner les esprits des astronomes et de faire naître les discussions les plus ardentes sur l'interprétation des phénomènes observés.

Seulement, toutes les théories émises reposaient en quelque sorte sur de simples contemplations individuelles de la Lune, dans lesquelles chacun obéissait à des idées plus ou moins préconçues et se laissait emporter par les rêves d'une imagination un peu complaisante.

C'est ainsi que Schrœter, savant d'un mérite incontestable, à travers le prisme de ses conceptions séduisantes, n'apercevait pas toujours très-exactement le véritable caractère des phénomènes qu'il observait. Il signalait, par exemple, à plusieurs reprises, des faits indiquant une certaine vitalité et une activité volcanique dans le sol lunaire, et Gruithuysen, animé des mêmes tendances que Schrœter, affirmait notamment avoir constaté des différences très-sensibles dans l'aspect du double cirque de Messier. Ces deux accidents du sol lunaire, on le sait, ne sont pas autre chose que deux plaines entourées comme de remparts de montagnes. Leur ressemblance et l'identité même dans les moindres détails est tellement merveilleuse qu'elle a de tout temps captivé l'attention des observateurs et donné lieu aux hypothèses les plus étranges.

C'est cet état des esprits, ce manque absolu de documents exacts, conditions si peu favorables à une enquête scientifique vraiment satisfaisante, qui engagèrent Lohrmann, vers 1822, à entreprendre ses recherches de précision, et ses premières publications furent accueillies avec le grand succès qu'elles méritent. Son Catalogue et sa Carte sont malheureusement restés inédits, bien longtemps après sa mort, jusqu'en 1877.

Après lui, MM. Beer et Mædler entreprirent et poursuivirent pendant huit années leurs grands travaux de topographie lunaire, et ils nous ont légué dans le vaste ensemble de leurs études approfondies une œuvre que l'on peut qualifier de classique. Dans cet espace de temps, ils prirent notamment 300 mesures du double cirque de Messier, déjà célèbre par les controverses auxquelles il avait donné lieu, et, contrairement aux affirma-

tions de Gruithuysen, ils constatèrent une identité absolue comme aspect et comme forme entre ces deux objets similaires. Ces observations, si opposées à l'idée de la variabilité des deux cratères de Messier, et d'autres résultats d'une nature analogue exercèrent une influence considérable sur le jugement des astronomes du temps. Par la suite, on fut généralement très-peu disposé à admettre des modifications quelconques sur l'écorce lunaire. On en était arrivé à croire que la Lune était parvenue au dernier âge de son existence planétaire.

Le Catalogue et la Carte de MM. Beer et Mædler, publiés en 1837, peuvent être regardés comme la première description exacte et détaillée de notre satellite, car ce n'est qu'en 1877, grâce à l'activité et à l'initiative scientifique de M. J. Schmidt, que fut faite la publication de la grande Carte de Lohrmann, Carte moins complète, il est vrai, que celle même de M. Schmidt, moins riche en observations, mais qui peut cependant fournir, par son ancienneté même, des renseignements utiles à des études comparatives.

La publication de l'Ouvrage de Lohrmann constitue encore pour M. Schmidt un nouveau titre au suffrage de l'Académie.

Le vaste travail de M. Schmidt présente, à certains points de vue, des faits qui permettent aujourd'hui de ne pas admettre d'une manière aussi absolue les conclusions auxquelles paraissaient conduire les recherches de MM. Beer et Mædler.

M. Schmidt a, le premier, constaté la disparition presque complète du cratère de Linné, objet que ses devanciers, avec des instruments d'une puissance optique bien plus faible, avaient toujours choisi comme point de repère, et dont Lohrmann disait qu'il était très-facile à voir à toutes les époques et quel que fût, durant la période de la visibilité possible, le degré d'éclairement de la surface lunaire. M. Schmidt nous a fourni en outre, dans son Ouvrage, une longue série de comparaisons précieuses du double cirque de Messier, effectuées durant trente-deux années. Il remarque une variabilité de grandeur déjà décrite en 1828 par Gruithuysen, comme nous l'avons déjà indiqué.

Ces deux cirques, autrefois circulaires, présentent aujourd'hui, selon M. Schmidt et d'après tous les observateurs contemporains, des différences sensibles : l'un affecte la figure d'une ellipse un peu allongée de l'ouest à l'est, et l'autre celle d'un ovale allongé du nord au sud.

Pour contester la réalité de ces transformations, il faudrait admettre que les différences de forme des deux cirques, constatées d'une manière indubitable à l'époque actuelle, existaient déjà du temps de Beer et Mædler, et que ces deux sélénographes, durant les huit années qu'a duré l'observation

d'un fait aussi frappant, se sont, dans leurs comparaisons et descriptions, constamment trompés d'une manière systématique.

Pour donner une dernière preuve de la nécessité d'avoir une Carte sélénographique aussi détaillée que possible, je dois parler aussi de la découverte que M. J. Klein affirme avoir faite, en 1877, d'un nouveau cratère bien plus considérable encore que beaucoup de ceux décrits dans le voisinage de Hyginus, et cela dans une région qu'il avait explorée pendant douze années sans avoir pu jamais en constater la présence.

De ce que l'existence de ce cratère a si longtemps échappé à ses investigations et de ce qu'elle n'ait pu être constatée ni par Lohrmann, ni par Beer, Mædler et M. Schmidt, qui ont aussi longuement et minutieusement examiné cette même région, M. Klein conclut avec une conviction absolue à la formation récente de ce cratère.

Quoi qu'il en soit, on comprend maintenant la haute importance qui s'attache aux études entreprises et menées à bonne fin par M. Schmidt, et combien l'énergie exceptionnelle, l'incessante activité qu'il a déployées pendant trente-huit ans seront fécondes en résultats pour la Science.

Si l'on compare les travaux de M. Schmidt à ceux de ses prédécesseurs, on voit que le directeur de l'Observatoire d'Athènes a signalé, décrit et mesuré la hauteur de 3050 montagnes lunaires, tandis que Lorhmann, Beer et Mædler n'en avaient chacun déterminé que 1100 environ.

La Carte de M. Schmidt renferme 32856 chaînes de montagnes, cirques, cratères, pics et collines, et 348 de ces sillons énigmatiques désignés sous le nom de *rainures*. Dans Mædler comme dans Lohrmann, on ne compte que 7000 de ces objets divers.

Sur beaucoup de cratères et sur celui de Platon, M. Schmidt a constaté, à certaines époques, de ces variations de teinte et de coloris que plusieurs astronomes expliquent par une sorte de végétation ou par l'existence d'une atmosphère très-ténue.

M. Schmidt a encore enregistré beaucoup de ces phénomènes intéressants qui se manifestent à la surface du satellite et qui tous fournissent aux sélénographes d'utiles indications sur la genèse lunaire. Il a décrit quantité de cratères entourés d'une auréole, des taches et des points particulièrement brillants, et nombre de ces bandes lumineuses, d'une prodigieuse longueur, qui sillonnent l'astre en tous sens et que les anciens prenaient souvent pour des chaînes de montagnes.

Pour les études sur l'astre lunaire, nous possédons aujourd'hui, dans la photographie, un puissant moyen d'investigation, et des efforts couronnés de succès ont été déjà faits par MM. Rutherfurd, Warren de la Rue, Cornu

et d'autres savants dans cet ordre d'idées; peut-être ces nouveaux procédés sont-ils appelés à remplacer, en grande partie, l'examen direct de la surface lunaire; peut-être même nous donneront-ils des images de la Lune plus fidèles et plus impartiales que toutes ces descriptions faites au prix de tant de veilles et de laborieuses recherches. Bien qu'exécutées dans un esprit scientifique dégagé de tout parti pris, elles peuvent cependant, dans une certaine mesure, posséder un caractère plus ou moins marqué d'individualité. Quoi qu'il en soit, il ne nous appartient pas ici de préjuger le rôle important réservé à ces nouvelles méthodes d'observation; elles ne pourront, en tout état de cause, nous fournir sur l'état du globe lunaire, dans la période passée, les éclaircissements renfermés dans l'Ouvrage de M. **Jules Schmidt**. Votre Commission n'a donc pas hésité à vous proposer de récompenser un savant dont l'activité constante et féconde a su créer une œuvre d'une utilité considérable. Son travail, aujourd'hui déjà si précieux, servira dans l'avenir de base à de nombreuses investigations, et nous pensons que le temps ne fera qu'en accroître la valeur.

Cette conclusion est adoptée.

PHYSIQUE.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, E. Becquerel, Desains, Bertrand, Cornu rapporteur.)

L'Académie avait donné comme sujet de Concours, pour l'année 1878, la question suivante :

« *Diverses formules ont été proposées pour remplacer la loi d'Ampère sur* » *l'action de deux éléments de courant : discuter ces diverses formules et les* » *raisons qu'on peut alléguer pour accorder la préférence à l'une d'elles.* »

Le Mémoire n° 1, le seul qui ait été présenté au Concours, ne répond qu'à une partie restreinte des questions que comporte le sujet proposé. La Commission aurait désiré trouver un exposé critique des recherches faites par divers géomètres ou physiciens sur cette grande et difficile théorie. Gauss, Grassmann, MM. Reynard, Helmholtz, Clausius, Neumann, Retti et plusieurs autres savants ont traité successivement la question sur laquelle le programme attire l'attention des concurrents. Les hypothèses très-

diverses que l'on rencontre dans ces différents travaux mériteraient d'être discutées au point de vue des problèmes d'Analyse, de Mécanique et de Physique que soulève l'établissement de la théorie des actions électrodynamiques.

L'auteur du Mémoire n° 1 se borne à discuter la méthode d'Ampère; il adopte les mêmes points de départ que l'illustre fondateur de cette théorie, à savoir :

1° L'hypothèse de l'équivalence des actions des trois composantes d'un élément de courant à l'action de l'élément tout entier;

2° L'hypothèse de l'action réciproque proportionnelle à une puissance de la distance des éléments;

3° Enfin la condition expérimentale que l'action tangentielle d'un courant fermé sur un élément de courant est nulle.

Mais il n'adopte pas, *a priori*, l'hypothèse que l'action élémentaire soit centrale, c'est-à-dire dirigée suivant la ligne des centres des éléments.

L'expression de chaque composante, l'une centrale, l'autre normale, de la loi élémentaire, contient alors deux constantes arbitraires; la condition expérimentale n'introduit qu'une relation homogène du premier degré entre ces constantes, de sorte que, en définitive, la valeur relative des deux composantes reste indéterminée.

Malgré cette indétermination de la loi élémentaire, l'auteur montre que la résultante de l'action d'un courant fermé sur un élément de courant n'en est pas moins déterminée, à un facteur constant près, de sorte que l'on peut établir entre les coefficients indéterminés une relation arbitraire sans que le résultat définitif diffère de celui que donne la loi d'Ampère.

Sous ce rapport, l'auteur du Mémoire n° 1 généralise d'une manière importante l'analyse si lumineuse d'Ampère, et la simplicité avec laquelle on pourrait présenter la démonstration de l'auteur permettrait même de faire entrer le calcul généralisé dans l'enseignement élémentaire.

L'indétermination de l'expression analytique de l'action d'un élément de courant sur un courant fermé avait déjà été signalée par Gauss; envisageant la question à un point de vue très-général, l'illustre géomètre avait fait remarquer que, sans avoir besoin d'une nouvelle analyse physique du phénomène, on pouvait obtenir l'ensemble de toutes les lois possibles compatibles avec la loi d'Ampère en ajoutant une différentielle exacte à l'expression analytique de l'action d'un circuit fermé sur un élément de courant.

La mise en évidence de cette indétermination, faite par l'auteur du Mémoire n° 1, n'a évidemment pas l'intérêt analytique du résultat obtenu

par Gauss, mais elle a l'avantage d'être déduite de l'analyse même du phénomène et mérite, à cet égard, d'être signalée comme un perfectionnement de la théorie d'Ampère.

L'auteur montre ensuite que les deux hypothèses additionnelles les plus simples, consistant à annuler l'un ou l'autre des coefficients indéterminés, conduisent à deux lois élémentaires déjà signalées : la première est celle même d'Ampère, celle où l'action électrodynamique est dirigée suivant la ligne des centres de ces éléments, avec action égale à la réaction; l'autre est la loi proposée en 1845 par Grassmann (¹) et obtenue en suivant une voie absolument différente par M. Reynard (²), loi dans laquelle la force est normale à chaque élément, l'action étant différente de la réaction.

L'auteur s'attache à montrer que les idées théoriques qui ont guidé M. Reynard méritent la préférence, que l'ensemble des phénomènes physiques ne permettent plus de raisonner sur les attractions à distance, et que l'on doit chercher dans l'existence d'un milieu intermédiaire la cause de la transmission des actions électrodynamiques comme celle des vibrations lumineuses : c'est, en effet, par la réaction du milieu intermédiaire, mis en mouvement périodique par les courants électriques, que M. Reynard explique les actions réciproques des courants.

Enfin, pour compléter l'exposé critique de cette nouvelle théorie électrodynamique, l'auteur a cherché aussi à perfectionner ou à préciser quelques points secondaires de la théorie de M. Reynard.

La Commission, tout en laissant aux auteurs dont il est ici question la responsabilité de leurs opinions sur ce sujet, estime que les efforts faits dans cette voie nouvelle méritent une sérieuse attention de la part des physiciens et des géomètres; elle propose à l'Académie d'accorder à l'auteur du Mémoire n° 1, portant l'épigraphe « *Aimer et chercher la vérité* », un encouragement de *deux mille francs*, et de retirer la question du Concours.

L'Académie approuve les conclusions du Rapport.

L'auteur du Mémoire récompensé, ayant appris le jugement porté sur son travail, a demandé l'ouverture du pli cacheté qui l'accompagne.

Cette ouverture ayant été effectuée, M. le Président a proclamé le nom de M. **Reynard**.

(¹) *Annales de Poggendorff*, 1845, t. LXIV, p. 1.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 1870, 4ᵉ série, t. XIX, p. 272.

STATISTIQUE.

CONCOURS MONTYON, STATISTIQUE.

[Commissaires : MM. Bienaymé, Boussingault, Belgrand, Cosson, de la Gournerie rapporteur (1).]

Plusieurs des Ouvrages envoyés pour le Concours de Statistique se recommandent à différents titres, mais aucun d'eux ne remplit les conditions que l'Académie a toujours exigées et qu'elle a eu plusieurs fois l'occasion de rappeler. Pour donner de nouvelles indications aux concurrents, nous rapporterons deux passages pris dans des Rapports qui, lors de la fondation du prix, ont été faits par Fourier au nom de Commissions dont faisaient partie plusieurs hommes illustres, et notamment Laplace.

On lit dans le Rapport du 8 septembre 1817, concluant à l'acceptation du don de M. de Montyon pour un prix de Statistique :

« En offrant d'établir à perpétuité un prix qui serait décerné par l'Académie, le fondateur a eu le dessein de donner à des travaux extrêmement variés une direction commune. Rien ne lui a paru plus propre à ramener cette science au but utile qu'elle doit se proposer, et à la prémunir contre l'esprit de dissertation et de conjecture, que l'influence durable de ceux à qui leurs occupations habituelles montrent chaque jour tout le prix des connaissances positives. »

Le 5 janvier 1818, dans un programme indiquant d'une manière générale les sujets de recherche et les conditions à remplir, Fourier écrivit :

« Ce qui demande beaucoup de sagacité et de soin, ce qui est vraiment digne de l'attention, et nous dirons même de la reconnaissance publique, c'est de discerner les faits importants, d'en former une collection nombreuse et variée, d'assigner les quantités, les valeurs, l'étendue, de soumettre à des mesures tout ce qui peut en être l'objet, de multiplier les renseignements exacts et les observations. »

Les Ouvrages présentés ne satisfaisant pas aux désirs exprimés par l'Académie, la Commission pense qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix cette année et propose de décider que la somme sera employée à augmenter la valeur de celui de 1879.

La conclusion de ce Rapport est adoptée.

(1) L'Académie a perdu MM. Bienaymé et Belgrand, mais la Commission avait arrêté ses résolutions avant leurs décès.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Debray, Friedel rapporteur.)

Les travaux de M. Reboul sont depuis longtemps connus et appréciés de l'Académie.

L'important Mémoire que ce savant a publié en 1860 sur les *Éthers du glycide* a fait connaître un grand nombre de composés nouveaux dérivés de la glycérine. Parmi ceux-ci, les uns sont de simples éthers glycériques rentrant dans les séries étudiées par notre éminent confrère M. Berthelot. Les autres ne sont plus des dérivés éthérés directs de la glycérine, mais se rattachent à un corps provenant lui-même de la glycérine par déshydratation, et que M. Reboul a désigné par le nom de *glycide*.

Les éthers du glycide sont caractérisés par la facilité avec laquelle ils se combinent avec l'eau, avec les alcools, avec les acides, pour reproduire des dérivés glycériques proprement dits. Ceci n'est vrai que pour les éthers à 1 équivalent d'hydracide; ceux à 2 équivalents d'hydracide, tels que le glycide dichlorhydrique, ont des propriétés différentes et ne s'unissent facilement qu'aux hydracides eux-mêmes. Aussi ne sont-ils pas de véritables éthers du glycide et ne peuvent-ils pas s'en dériver par les méthodes ordinaires. Le glycide, ce corps intéressant, entrevu à l'état libre par M. Reboul, puis par M. de Gegerfeldt, isolé récemment en quantités notables par M. Hanriot, ne peut pas être considéré comme un alcool diatomique. C'est un composé participant à la fois des propriétés des alcools et de celles de l'oxyde d'éthylène, apte, comme alcool monatomique, à fournir des éthers, apte en même temps, comme oxyde, à se combiner avec l'eau, avec les alcools et avec les acides.

Ces premières recherches, présentant un ensemble si satisfaisant, ont été suivies d'études sur les dérivés bromés de l'éthylène. Entre autres bromures nouveaux, M. Reboul a décrit l'acétylène bromé, qui est curieux par la propriété qu'il possède de s'enflammer spontanément à l'air, et qui se produit par l'action de la potasse alcoolique sur le bromure d'éthylène bromé, ou mieux encore sur le bromure d'éthylène bibromé.

Ce travail, dans lequel M. Reboul s'était occupé également de l'acétylène et de ses bromures, l'a conduit par analogie à la découverte de deux hydro-

carbures intéressants : le *valérylène,* qu'il a obtenu en décomposant par la potasse l'amylène bromé ; ce premier carbure est tétratomique comme l'acétylène ; et le *valylène,* qui se produit par la décomposition du valérylène bromé ; ce composé est le premier exemple d'un hydrocarbure non saturé hexatomique. Chose remarquable, le premier, bien que tétratomique, est incapable de former avec l'argent et le cuivre des combinaisons métalliques à la façon de l'acétylène ; le deuxième jouit de cette propriété.

On doit en conclure que les fonctions des divers hydrocarbures non saturés ne dépendent pas seulement de leur atomicité, mais encore du groupement atomique résultant de leur mode de dérivation, et, en particulier, que le valérylène ne renferme pas, tandis que le valylène renferme au contraire le groupe $(C^2H)'$, qui est contenu dans l'acétylène et dans tous les carbures ayant la propriété de fournir des combinaisons métalliques au contact du chlorure cuivreux ammoniacal ou de l'azotate d'argent ammoniacal.

Dans cette même série de recherches, M. Reboul a rencontré des corps éthérés non saturés, dont certains se combinent, avec dégagement de chaleur, avec les hydracides concentrés, et qui possèdent à la fois les propriétés des éthers et celles des carbures d'hydrogène non saturés.

Il a étudié également l'action des hydracides sur le valérylène, puis sur l'éthylène bromé, et a reconnu ce fait important, qu'en variant les conditions dans lesquelles se produit la réaction, on peut obtenir des composés isomériques : c'est ainsi que l'éthylène bromé, traité à 100 degrés par l'acide bromhydrique saturé à 6 degrés, donne du bromure d'éthylène ; avec le même acide, étendu d'un tiers de son volume d'eau, il ne se forme qu'un bromhydrate d'éthylène bromé, identique avec le bromure d'éthylidène.

Nous avons rappelé tous ces travaux, qui ont déjà valu à M. Reboul une partie du prix Jecker pour 1874, parce qu'ils nous montrent comment ce savant chimiste a été préparé à la série remarquable de recherches dont il nous reste à parler. Ayant étudié, tout d'abord, des composés dérivés de la glycérine, c'est-à-dire renfermant trois atomes de carbone, s'étant occupé de la réaction des hydracides sur les hydrocarbures non saturés, et ayant remarqué la production de composés isomériques dans une même réaction s'opérant dans des conditions légèrement variées, il devait, avec l'esprit de suite et l'habitude d'un travail patient et soigné qu'il a toujours montrés, en venir à porter son attention sur les *isoméries dans la série du propylène.*

L'étude des isoméries présente, en effet, un haut intérêt. Les récents progrès de la Chimie organique sont dus, en grande partie, aux dévelop-

pements de l'hypothèse qui considère les composés dont elle s'occupe comme formés de groupes carbonés, dans lesquels chaque atome de carbone est réuni aux autres par un lien analogue à celui qui joint deux atomes de nature différente combinés entre eux. Chaque atome de carbone a d'ailleurs en propre ses satellites, s'il est permis d'employer ce terme, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de chlore, etc. Le nombre de ceux-ci est limité par l'atomicité. Il résulte de là un certain arrangement atomique pouvant être traduit sur le papier, si ce n'est quant aux relations de position, au moins quant à celles de saturation. A un arrangement différent des mêmes atomes correspondra un corps isomérique du précédent, et le nombre de ces arrangements possibles permettra de prévoir le nombre des isomères.

Cette théorie présente sur bien d'autres l'avantage d'être immédiatement accessible aux vérifications expérimentales. Elle est d'ailleurs extrêmement restrictive quant au nombre des isomères qu'elle fait prévoir et réduit celui-ci pour les combinaisons renfermant 2, 3, 4 et même 5 atomes de carbone à des proportions qui ne sont pas de nature à effrayer un expérimentateur persévérant.

M. Reboul a fait porter ses recherches sur la série du propylène qui est particulièrement favorable à ce genre d'études. Il y a employé avec beaucoup de méthode les procédés les plus variés de dérivation des composés les uns des autres. Dans plusieurs cas, il a complété le nombre des isomères prévus; dans d'autres, il est resté au-dessous sans jamais le dépasser.

C'est ainsi que la théorie indiquait l'existence de quatre chlorures de propylène. Deux étaient connus ; M. Reboul a découvert les deux autres. Il doit exister de même, et il existe en effet, d'après les recherches de M. Reboul, quatre bromures de propylène. Les chlorobromures de propylène prévus sont au nombre de cinq : M. Reboul en isole trois et démontre que le quatrième connu est un mélange des deux autres. On prévoit l'existence de trois propylènes chlorés : aux deux déjà décrits, M. Reboul en ajoute un troisième qui peut s'obtenir par l'action de la potasse sur le chlorure de propylène dérivé de l'aldéhyde propylique par l'action du perchlorure de phosphore.

Ces exemples sont frappants et méritent de fixer l'attention des chimistes. Nous aurions pu en citer d'autres encore. Ceux-ci suffisent pour montrer toute la portée du travail de M. Reboul, au point de vue de la théorie des composés isomériques. Il renferme d'ailleurs la description d'un grand

nombre de combinaisons nouvelles, parmi lesquelles nous devons en mentionner particulièrement deux, qui sont intéressantes par elles-mêmes, autant que par leurs relations d'isomérie, le propylglycol normal avec ses dérivés éthérés, et l'acide pyrotartrique normal, ou triméthylène-dicarbonique avec ses sels.

C'est pour l'ensemble de ses travaux, dont nous n'avons pu indiquer ici que les plus saillants, mais en particulier pour son Mémoire sur les *Isoméries dans la série du propylène*, que la Section de Chimie propose, à l'unanimité, de décerner à M. **Reboul** le prix Jecker pour 1878.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Bussy, Decaisne, Chatin rapporteur.)

Les travaux adressés à l'Académie en vue du prix Barbier sont au nombre de quatre.

Le n° **1** est un Ouvrage en deux volumes in-12, avec gravures intercalées dans le texte; il a pour titre : *Nouveaux éléments d'Histoire naturelle médicale*. L'auteur est M. **Cauvet**, pharmacien principal de l'armée, professeur de Matière médicale à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon. L'Ouvrage est à sa deuxième édition.

Le n° **2** se compose de deux publications dues à M. **Heckel**, ancien professeur à l'École de Pharmacie de Nancy, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, savant bien connu de l'Académie par d'intéressants Mémoires de Botanique. L'une de ces publications, de 164 pages et 3 planches, a pour sujet *le Mouvement végétal, nouvelles recherches anatomiques et physiologiques sur la motilité dans quelques organes reproducteurs des Phanérogames*. Il ne nous a pas paru que ce travail, d'ailleurs important, rentrât dans le sujet du prix Barbier. Il n'en est pas de même du second Mémoire de M. Heckel, qui a pour titre : *De quelques phénomènes de localisation minérale et organique dans les tissus animaux, et de leur importance au point de vue biologique*. Nous relevons dans ce travail, comme intéressant plus particulièrement les applications de la Botanique à la Théra-

peutique, les études de l'auteur sur la localisation de la silice dans les graminées et celle des alcaloïdes dans les semences d'un grand nombre de plantes.

Le n° 3 est un article de M. le Dr Ch. Hertzka, extrait du *Bulletin général de Thérapeutique,* dont l'intitulé est : *Sur un cas d'ulcère simple de l'estomac, traité avec succès par l'hydrate de chloral.*

Enfin le n° 4 est un Mémoire ayant pour titre : *Sur l'ergotinine, alcaloïde de l'ergot de seigle, et sur la pelletiérine, alcaloïde de l'écorce de grenadier.* L'auteur, M. **Ch. Tanret**, pharmacien de première classe à Troyes, est parvenu à découvrir et isoler, dans un état de parfaite pureté, les alcaloïdes auxquels le seigle ergoté et l'écorce de racine de grenadier doivent leurs propriétés. L'alcaloïde de l'ergot, par le nom d'*ergotinine* proposé pour lui, rappelle son origine; l'alcaloïde du grenadier reçoit de l'auteur de sa découverte le nom de *pelletiérine,* en l'honneur de l'ancien Membre de cette Académie qui fit au sujet des alcalis organiques, en collaboration avec Caventou, de nombreuses découvertes qui honoraient la Science et furent de véritables bienfaits pour l'humanité.

M. Tanret reprend la voie autrefois si brillamment parcourue et aujourd'hui si fâcheusement abandonnée de l'analyse immédiate, et, pour son coup d'essai, il isole deux alcaloïdes représentant les principes essentiellement actifs de deux substances médicamenteuses de grande valeur et d'un emploi de chaque jour. De tels résultats dans le domaine de l'analyse immédiate méritaient d'être signalés; c'est avec satisfaction que votre Commission vous propose de décerner le prix Barbier à M. **Tanret.**

Elle accorde en outre, sur les reliquats de la fondation, deux encouragements, de *cinq cents francs* chacun, l'un à M. **Cauvet**, l'autre à M. E. **Heckel**, dont les Ouvrages offrent d'utiles données à la Thérapeutique.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX ALHUMBERT.

(Commissaires : MM. Duchartre, Decaisne, Tulasne, Trécul, Van Tieghem rapporteur.)

En 1874, l'Académie avait mis au concours la question du *Mode de nutrition des Champignons.* Le prix n'ayant pas été décerné en 1876, la question a été prorogée à 1878.

Une seule pièce a été remise au Secrétariat. C'est un manuscrit portant

pour épigraphe : *Floret humus.* Il n'a pas paru à la Commission que les considérations développées par l'auteur apportassent aucune lumière sur la question proposée.

En conséquence, la Commission est d'avis qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix, et elle propose à l'Académie de proroger la question à 1880, mais en en élargissant le cadre de manière à y comprendre tout sujet relatif à la physiologie des Champignons.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Decaisne, Chatin, Trécul, Van Tieghem rapporteur.)

La Commission est unanime à décerner le prix Desmazières pour 1878 à M. le Dr **Bornet**, pour le beau Livre intitulé : *Études phycologiques, analyses d'Algues marines,* qu'il vient de publier en son nom et au nom de notre regretté Correspondant M. Thuret.

Ce grand Ouvrage nous apporte enfin le développement si longtemps attendu et l'entier achèvement de deux découvertes qui comptent, à coup sûr, parmi les plus brillantes et les plus fécondes que l'on ait faites en Botanique, et qui en même temps intéressent au plus haut degré la Science générale, je veux dire la fécondation avec formation d'un œuf dans les Algues brunes de la famille des Fucacées et la fécondation avec production d'un fruit sporifère dans les Algues rouges du groupe des Floridées. Il y a vingt-cinq ans, il est vrai, que la première de ces découvertes a été annoncée par M. Thuret, et la seconde a été faite en commun et publiée, il y a douze ans déjà, par MM. Bornet et Thuret. Mais c'est ici, dans ces cinquante et une magnifiques Planches in-folio, dessinées d'après nature par M. Riocreux avec un talent incomparable et vraiment à la hauteur du sujet, que l'on en trouvera, aujourd'hui pour la première fois, toutes les preuves rassemblées et coordonnées.

Les seize Planches consacrées aux Fucacées nous font assister, chez les divers genres de cette famille, et partout avec la plus merveilleuse clarté, au développement et à la mise en liberté des spermatozoïdes, au développement et à la mise en liberté des oosphères, à la rencontre des spermatozoïdes avec les oosphères auxquelles ils s'attachent, à la formation consécutive et instantanée des œufs, et bientôt après à leur germination.

C'est de la même manière, on le sait aujourd'hui, c'est-à-dire par la production d'un œuf à la suite de la pénétration mutuelle des deux corps protoplasmiques mâle et femelle, que la reproduction sexuée s'exprime chez les Algues vertes, chez les Champignons où elle a pu être constatée avec certitude, chez les Characées, les Muscinées, les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames, enfin chez tous les animaux. Il semble donc que la règle soit générale et qu'on se trouve en présence d'une loi de la nature. Or, c'est précisément à cette règle que les Algues du groupe des Floridées viennent faire exception.

Les vingt-deux Planches qui leur sont attribuées nous montrent, en effet, que les choses s'y passent tout autrement. Il y a bien encore des corpuscules mâles mis en liberté, des sortes de spermatozoïdes si l'on veut, mais immobiles. Il y a aussi un organe femelle, mais il est composé de plusieurs cellules, dont une se prolonge en un poil, et il demeure fixé à la plante. A ce poil le corpuscule mâle vient s'attacher et s'anastomoser pour y déverser son contenu protoplasmique : c'est la fécondation. Aussitôt, il se fait dans les cellules voisines un développement nouveau qui, variable selon les genres, aboutit toujours à la production d'un fruit sporifère plus ou moins compliqué, dont les spores, une fois disséminées, germent et reproduisent directement la plante. Parfois même (*Dudresnaya, Polyides*), il y a comme une fécondation à deux degrés. A la suite de la première copulation, les cellules voisines du poil récepteur, au lieu de produire directement le fruit, développent de longs tubes qui vont çà et là s'anastomoser avec les rameaux voisins, et il naît un fruit à chaque anastomose.

On voit que la reproduction sexuée se présente chez les Floridées avec un ensemble de caractères qu'elle n'affecte nulle part ailleurs chez les êtres vivants. Aucune analogie, par conséquent, ne pouvait conduire à sa découverte; bien plus, toutes les analogies en éloignaient. C'est ce qui explique que cette découverte soit venue si tard; c'est aussi ce qui en accroît singulièrement le mérite.

Dans ces vingt-trois années de vie commune, d'étroite amitié et de constante collaboration, dont le présent Ouvrage est comme le couronnement, la part du maître et de l'initiateur étant hors de cause, ce serait une tâche difficile et délicate de chercher à préciser celle de l'élève et du collaborateur, et ce n'est pas l'exquise modestie de M. Bornet qui pourrait nous y aider. Nous ne l'avons pas essayé. Il nous suffit que cette part soit considérable, et nous n'en donnerons qu'une preuve à l'Académie. Pour divers motifs, une fois la publication du travail décidée, il y a de cela plus de

vingt ans, la reproduction des dessins par la gravure se fit avec une extrême lenteur, et, dans les derniers temps, M. Thuret, renonçant presque à tout espoir de voir s'achever jamais un Ouvrage dont l'intérêt d'actualité lui semblait avoir depuis longtemps disparu, avait à peu près cessé de s'en occuper. Aussi, quand une mort prématurée vint l'enlever à la Science, dix Planches restaient à graver et pas une ligne du texte n'était écrite.

La belle découverte de la fécondation des Floridées a uni dans la Science les noms de M. Bornet et de M. Thuret. Ne les séparons pas aujourd'hui, et, en décernant le prix Desmazières à M. **Bornet**, donnons un souvenir pieux et reconnaissant au savant illustre et à l'homme de bien qui fut son maître le plus dévoué et son ami le plus cher.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Blanchard, Decaisne, Milne Edwards, Van Tieghem rapporteur.)

Destiné « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe ou sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe », le prix Thore a été décerné, les deux années précédentes, à un travail d'Entomologie. C'est à un ouvrage de Cryptogamie que votre Commission vous propose de l'accorder cette année.

Il s'agit d'un livre descriptif d'une grande étendue qui a pour objet l'étude des Algues marines du groupe des Floridées. Il a pour titre : *Floridée italiche*, et l'auteur est M. **Ardissone**, professeur à l'École supérieure d'Agriculture de Milan, bien connu déjà par d'autres travaux sur les Algues, notamment par ses études sur les Algues de Sicile, de Ligurie et de la marche d'Ancône, fondateur et directeur de la Société cryptogamologique italienne, qui publie des plantes en nature et des Mémoires sur les diverses branches de la Cryptogamte.

Les *Floridee italiche* ont été publiées successivement en huit fascicules, de 1872 à 1878. Aujourd'hui l'ouvrage est complet et forme deux volumes accompagnés de trente-six Planches.

C'est un livre où l'auteur fait preuve de soin et de travail. Des tableaux synoptiques originaux en facilitent l'usage et conduisent aisément le lecteur aux familles, aux genres et aux espèces quand elles sont nombreuses. Les diagnoses latines sont suivies d'une synonymie assez étendue et de re-

marques où sont consignés divers renseignements descriptifs, critiques ou géographiques. Des figures, assez nombreuses et bien exécutées, accompagnent le texte et l'éclaircissent. On peut regretter pourtant que la plupart soient faites d'après des exemplaires desséchés et d'après des préparations dont les tissus sont plus ou moins altérés.

En résumé, cet Ouvrage rendra service à cette branche de la Science, et c'est pourquoi la Commission lui décerne le prix Thore pour 1878.

Cette conclusion est adoptée.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, P. Gervais, de Lacaze-Duthiers, Milne Edwards rapporteur.)

Aucun candidat réunissant les conditions exigées par les dispositions testamentaires du fondateur ne s'est présenté. La Commission déclare, en conséquence, qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour l'année 1878.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

(Commissaires : MM. Gosselin, baron J. Cloquet, Vulpian, Bouillaud, Sédillot, baron Larrey, Ch. Robin, Milne Edwards, Bouley rapporteur.)

Le nombre des ouvrages, manuscrits ou imprimés, envoyés cette année pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, ne s'élevait pas à moins de quarante-neuf, dont un grand nombre se recommandaient à l'attention de la Commission chargée de les examiner, par des mérites très-réels.

Forcée de faire parmi eux un choix difficile, la Commission a distingué plus particulièrement, pour leur attribuer les récompenses dont elle dispose, les Ouvrages suivants, qui lui ont paru le plus porter la marque d'un progrès accompli par le concours de l'Anatomie, de la Physiologie expé-

rimentale, de l'Histologie, de la Chimie, de l'observation et de la Statistique appliquées à l'interprétation des faits de la Pathologie.

PRIX

Recherches sur la physiologie pathologique : des troubles fonctionnels et des lésions valvulaires; des anévrysmes de la crosse de l'aorte et des troncs qui en émanent; des accidents produits par les épanchements du péricarde; de la persistance du canal artériel; des accidents cardiaques produits par la commotion et la compression du cerveau; des intermittences du pouls; par M. François Franck.

Les recherches cliniques et expérimentales qui font l'objet des Mémoires que M. **Franck** a soumis cette année à l'appréciation de l'Académie sont la suite naturelle et comme le complément de celles qu'il lui a communiquées, dans les deux années antérieures, sur la physiologie normale de la circulation cardiaque et artérielle.

L'ensemble de ces nouvelles recherches peut être caractérisé par trois faits principaux :

M. Franck donne l'interprétation d'un certain nombre de phénomènes *connus* au point de vue clinique et qui sont liés, soit à l'existence des lésions valvulaires du cœur, soit aux troubles fonctionnels de cet organe, soit à la présence d'anévrysmes dans la poitrine.

En deuxième lieu, M. Franck indique des signes diagnostiques *nouveaux*, notamment pour le siége précis des anévrysmes intra-thoraciques, pour la persistance du canal artériel, etc.

Enfin, M. Franck s'est servi des appareils enregistreurs pour étudier les phénomènes observés sur les malades et il a fait, avec les mêmes appareils, l'analyse expérimentale des troubles fonctionnels qu'il est possible de produire chez les animaux en déterminant chez eux des lésions semblables à celles que l'on observe en clinique.

C'est ainsi qu'il a étudié avec beaucoup de soins l'épanchement du péricarde et donné l'interprétation des phénomènes différents qu'il détermine quand il se produit brusquement, comme dans le cas d'épanchements sanguins traumatiques, ou quand il ne s'effectue qu'avec lenteur.

Dans la partie plus spécialement clinique de son travail, M. Franck a fait connaître un certain nombre de signes diagnostiques applicables à la constatation des anévrysmes, et surtout à la détermination de leur siége précis sur tel ou tel gros vaisseau intra-thoracique. S'appuyant sur vingt

observations, il lui a été possible de formuler des règles assez précises pour que la pratique chirurgicale en puisse tirer parti. Ainsi, pour ne citer que cet exemple, M. Franck est arrivé, par ses investigations expérimentales, à établir le diagnostic différentiel de l'anévrysme suivant qu'il a son siége sur le tronc brachiocéphalique, sur la crosse de l'aorte, sur la carotide et sur la sous-clavière du côté droit, fait important pour les déterminations du chirurgien, soit qu'il puisse agir, soit qu'il doive s'abstenir.

M. François Franck a fait preuve, dans toutes ses recherches, d'une grande sagacité et d'une remarquable habileté expérimentale. Voué tout entier au culte de la Science, il s'est efforcé de faire contribuer la Physiologie à l'éclaircissement des problèmes de la Pathologie. Ce sont là des tendances qu'il faut encourager. La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a voulu témoigner, par le prix qu'elle décerne aujourd'hui à M. **François Franck**, de la valeur qu'elle attache à des travaux de cet ordre, lorsqu'ils aboutissent à des résultats importants comme ceux que M. Franck a obtenus.

Recherches sur l'Anatomie normale et pathologique du sang ; — Recherches sur l'Anatomie pathologique des atrophies musculaires; par M. G. Hayem.

Toutes les recherches sur la constitution du sang ont le plus haut intérêt pour la Physiologie et la Pathologie. Celles de M. **Hayem** l'ont conduit à des résultats nouveaux, et réalisent conséquemment un véritable progrès.

M. Hayem a d'abord perfectionné le procédé de numération des globules. Mais ce n'est pas seulement par la quantité des hématies que l'état du sang doit être apprécié. Leur qualité aussi doit être mise en ligne de compte, et, pour la déterminer, il a inventé un ingénieux procédé, à l'aide duquel il peut mesurer le pouvoir colorant des globules, dont l'intensité lui permet d'arriver, avec une exactitude suffisante, au dosage de l'hémoglobine. Enfin, à ces deux moyens d'investigation il ajoute l'examen du sang dans la chambre humide, et réussit de cette manière à déterminer tous les caractères anatomiques de ce liquide.

C'est grâce à cette méthode que M. Hayem a pu faire des anémies une étude nouvelle, de laquelle il ressort que l'anémie n'est pas constituée seulement, comme l'admettait l'opinion générale, par la diminution des globules rouges, mais qu'elle est, et avant tout, un état pathologique dans lequel ces éléments du sang n'arrivent pas à un parfait développement. Les hématies dans les anémies auraient, d'après M. Hayem, éprouvé des modifications de volume, de couleur et de consistance. Leur substance serait

plus molle, plus ductile, moins résistante à l'action des agents extérieurs.

Ces recherches cliniques, si intéressantes, sur les caractères anatomiques de l'anémie ont été complétées par l'étude du mode d'action du fer, faite en collaboration avec le professeur Regnauld. L'influence du fer se traduirait, d'après les recherches de ces deux expérimentateurs, par l'augmentation de la proportion de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges, considérés individuellement. En favorisant l'évolution normale des hématies, ce médicament ferait disparaître les altérations de ces éléments et les reconstituerait à leur état physiologique.

Votre Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a pensé que les recherches de M. **Hayem** présentaient un grand intérêt, parce qu'elles conduisent à des notions plus positives sur la nature d'une grave maladie et sur le mode d'action du médicament que l'expérience a reconnu le plus propre à la combattre; c'est à ce titre qu'elle lui a décerné l'un de ses prix.

Studien in der Anatomie der nerven Systems; par MM. A. Key et G. Retzius. Stockholm, 1875-1877; 2 vol. in-fol., avec 75 planches gravées.

Sous ce titre, MM. **Key** et **Retzius** ont publié un Ouvrage qu'on peut appeler magnifique à tous les points de vue. C'est l'étude monographique la plus complète qui ait encore été faite sur la structure intime du système nerveux périphérique, y compris le nerf grand sympathique. Les auteurs de ce travail ont fait, pour cet ordre de nerfs, ce que Stilling, Jacubowitch, Luys, dont l'Académie a couronné déjà les recherches, ont fait, de leur côté, pour le système nerveux central.

Les deux savants suédois ont étudie la structure intime et la terminaison de toutes les paires nerveuses en particulier, et la structure également de tous les ganglions rachidiens et sympathiques. Ils ont mis en évidence, par leurs recherches, bien des faits inconnus avant eux, qui ne peuvent être signalés et affirmés dans ce rapport que de cette manière générale, car il est bien difficile de faire saisir, par une description verbale, les dispositions qu'ils décrivent en les représentant par des dessins.

Cette affirmation sera, du reste, ratifiée par tous les investigateurs qui s'occupent de recherches sur la structure du système nerveux et qui, tous aujourd'hui, ne manquent pas d'aller s'inspirer du grand Ouvrage de Key et Retzius.

Les données neuves que la Science doit à ces deux anatomistes auraient suffi à elles seules pour décider le jugement de votre Commission; mais

leur Livre se recommande encore à d'autres titres : tous les dessins, sans exception, qu'ils ont publiés ont été exécutés d'après des préparations faites et étudiées par eux-mêmes; toutes les descriptions leur sont absolument personnelles; à ces descriptions se trouve ajouté l'historique le plus complet qu'on puisse désirer sur chacune des questions que conduit à poser l'examen de la structure des nerfs. Il faut ajouter enfin que rien n'est omis des applications à la Physiologie et à la Médecine qui peuvent découler de cet ordre d'analyse anatomique.

Cette grande monographie est la plus remarquable de toutes celles qui ont déjà été publiées sur la partie de la Névrologie qu'elle embrasse. Elle complète la Science et l'agrandit par l'ensemble des faits nouveaux qu'elle ajoute à ceux qui lui servaient déjà de base.

Ces indications suffiront pour justifier devant l'Académie la décision qu'a prise la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, d'accorder un prix aux laborieux auteurs du Livre dont une esquisse sommaire vient d'être présentée.

MENTIONS HONORABLES.

Traité clinique des maladies des Européens au Sénégal; — Traité de la fièvre bilieuse inflammatoire aux Antilles et dans l'Amérique tropicale; par M. Bérenger-Feraud.

Ces deux ouvrages ont fixé l'attention de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie par le caractère personnel dont ils portent l'empreinte. Ce sont des œuvres propres, résultant d'études faites sur les lieux et non pas, comme il arrive souvent dans des Ouvrages qui se succèdent sur un même sujet, la reproduction, sous une forme plus ou moins nouvelle, de ce qui est déjà acquis à la Science.

Dans son Mémoire sur la *fièvre bilieuse inflammatoire aux Antilles*, M. **Bérenger-Feraud** a résolu une question demeurée jusqu'à présent douteuse, et dont la solution avait une grande importance au point de vue thérapeutique : celle de savoir si la fièvre bilieuse était une des formes de la fièvre jaune ou bien était de nature paludéenne. Ayant été à même de faire l'étude de cette maladie sur plus de quatre cents malades et avec les moyens d'investigation dont on dispose aujourd'hui, M. Bérenger-Feraud a reconnu et démontré que la fièvre bilieuse des Antilles n'était autre que la fièvre jaune, dans le traitement de laquelle le quinquina est aussi contre-indiqué qu'il convient pour combattre les fièvres d'origine palustre.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a voulu recon-

naître l'importance de ce résultat en attribuant une mention honorable au médecin courageux qui s'est voué à cette difficile étude et l'a conduite à bonne fin.

Recherches, travaux statistiques et documents sur le daltonisme ; par M. le Dr Favre, de Lyon.

Le nom de l'illustre chimiste anglais Dalton a été donné à une anomalie visuelle dont il était atteint, on peut dire heureusement pour l'humanité, puisqu'elle lui a été l'occasion de l'étudier sur lui-même, de la décrire et de formuler une théorie pour l'expliquer.

Cette anomalie condamne ceux qui en sont affectés à des erreurs fatales dans l'appréciation des couleurs; ils ne voient pas, ils ne perçoivent pas les couleurs comme les autres hommes, ou, pour parler plus exactement, comme la majorité des autres hommes, car les daltoniens constituent une minorité assez importante.

On conçoit de quelles conséquences redoutables une telle anomalie visuelle peut être grosse lorsqu'elle s'attaque aux hommes qui ont la responsabilité de la conduite soit des navires, soit des trains de chemins de fer, et qui, pour se déterminer dans leurs actions, doivent toujours être attentifs aux signaux, de couleurs variables et de significations différentes, qu'ils peuvent voir apparaître sous leurs yeux.

M. le Dr Favre s'est préoccupé de la grandeur des dangers dont peuvent être la cause, dans les administrations des chemins de fer, les employés qui, à des titres quelconques, doivent influer sur la marche et la direction des trains par l'interprétation des signaux, lorsque ces employés sont affectés de daltonisme, et il s'est donné pour but de prévenir ces dangers en conseillant de n'admettre à remplir un rôle de cet ordre que les hommes qui auraient été soumis à un examen scrupuleux et reconnus doués de facultés visuelles normales.

Ce but, poursuivi avec une généreuse obstination, M. Favre a été assez heureux pour l'atteindre. La Compagnie de Paris à Lyon a, la première en France, institué, sous l'inspiration de M. Favre, ces examens préventifs des accidents dont le daltonisme peut être la cause, et, depuis, cette mesure, qu'on peut très-justement appeler *sanitaire*, s'est généralisée dans la plupart des autres Compagnies et dans la Marine.

Voilà une œuvre utile, dont M. Favre peut être considéré comme le promoteur en France.

Un autre effort a été tenté par lui : il a tâché, avec une louable persé-

vérance, de guérir les daltoniens de leur infirmité en les soumettant à des exercices suivis, devant des couleurs déterminées, et en rectifiant leurs erreurs toutes les fois qu'elles se commettaient. M. Favre est persuadé, d'après les résultats qu'il a observés, qu'en s'y prenant de bonne heure, c'est-à-dire en appliquant la méthode aux jeunes enfants, on peut donner à leurs yeux une juste faculté de perception et les adapter conséquemment, à l'endroit des couleurs, à une vision régulière.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie n'a pas pu partager, sur ce point, les convictions de M. Favre, faute d'une démonstration suffisante; mais, en attendant que cette démonstration soit faite, elle a voulu reconnaître, par une mention honorable, l'importance de l'œuvre qu'il avait accomplie en faisant instituer, par les Compagnies de chemins de fer, les examens préventifs des accidents que le daltonisme peut causer.

Essai d'urologie clinique : la fièvre typhoïde ; par M. Albert Robin.

De tous temps les médecins ont interrogé les urines pour tâcher d'en obtenir des éclaircissements sur la nature des maladies d'une manière générale, et sur la marche de chacune en particulier. Avant que la fonction des reins fût déterminée, comme elle l'est aujourd'hui, on en avait compris la grande importance par les troubles généraux si graves qui résultent de sa perturbation.

Mais pendant longtemps, presque jusqu'au commencement de ce siècle, l'inspection des urines n'avait pu porter que sur les caractères immédiatement saisissables par les sens : l'odeur, la couleur, la limpidité ou le trouble, les dépôts et les concrétions, l'abondance et la rareté; enfin, dans quelques cas exceptionnels, la saveur. Voilà les signes que les médecins avaient pu saisir et auxquels ils ne laissaient pas d'attacher une grande importance, au point de vue de la diagnose et de la prognose des maladies, en raison des rapports qu'une longue observation avait permis d'établir entre ces caractères tout extérieurs de l'urine et les manifestations de l'état symptomatique.

Un grand progrès a été accompli lorsque l'analyse chimique a fait connaître la constitution de l'urine physiologique et permis ainsi d'établir entre elle et l'urine modifiée par l'état pathologique des caractères différentiels dont la constance, dans des cas qui ont pu être déterminés, a donné aux signes fournis par l'examen des urines une valeur plus positive

et plus sûre que celle qu'on pouvait obtenir des simples caractères extérieurs.

Dès ce moment, l'urologie a été assise sur une base scientifique.

L'essai d'urologie clinique que M. le Dr **Albert Robin** a soumis à l'appréciation de l'Académie des Sciences vient fournir une nouvelle preuve de ce que peut l'intervention de la Chimie pour l'éclaircissement, par l'analyse de l'urine, des faits de la Pathologie. La maladie dont M. Robin s'est proposé l'étude par ce moyen et par cette voie est la fièvre typhoïde dans l'homme principalement, et accessoirement dans le cheval.

Voici la méthode qu'il a suivie :

Il a étudié les urines dans la fièvre typhoïde avec les procédés les plus exacts de la Chimie analytique, et il a comparé leurs caractères avec les symptômes présentés par le malade.

Cela fait, il a déterminé les rapports constants qui existaient entre les caractères urologiques et les symptômes.

Puis il a cherché si, dans toutes les conditions, dans tous les cas particuliers, ces rapports sont les mêmes.

Quand il a constaté des différences, il en a cherché et établi les causes.

Enfin, il a essayé de faire la physiologie pathologique de ces rapports et de ces différences.

Chaque caractère de l'urine ayant été comparé à chaque symptôme dans chaque forme de la fièvre typhoïde, M. A. Robin est arrivé à établir, par des recherches multipliées, des rapports constants qui existent entre un certain groupe de caractères que l'urine peut présenter, groupe qu'il désigne sous le nom de *syndrome*, et les formes comme les périodes de la fièvre typhoïde.

Sans entrer dans une plus longue analyse de cet important travail, je me contenterai de dire que la connaissance de la signification de ces syndromes urinaires peut donner au médecin une véritable faculté de divination, en lui permettant de prévoir avec certitude ce que la maladie va devenir, soit qu'elle doive arriver à sa période de défervescence, ou revêtir une forme grave, ou passer par une réversion.

Cette pathogénie méthodique a conduit M. Robin à des indications thérapeutiques précises.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a reconnu l'importance de ce travail en accordant une mention honorable à son auteur, M. le Dr **A. Robin**.

Outre les prix et les mentions honorables que la Commission propose à l'Académie de décerner, elle croit devoir signaler, par des citations, les auteurs dont les noms suivent :

A. Proust. — *Traité d'hygiène publique et privée.*

H. Toussaint. — *De l'intervention des puissances respiratoires dans les actes mécaniques de la digestion.*

L. Colin. — *De la fièvre typhoïde dans l'armée.*

Dejérine. — *Recherches sur les lésions du système nerveux dans la paralysie diphthéritique.*

Legrand du Saulle. — *La folie du doute. — La folie héréditaire. — Étude médico-légale sur les épileptiques. — Les signes physiques des folies raisonnantes; — Étude clinique sur la peur des espaces.*

E. Fournié. — *Application des sciences à la Médecine.*

Gairal. — *Nouveaux appareils pour le traitement des affections utérines.*

E. Debost. — *Traité complet d'équitation rationnelle.*

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées par l'Académie.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. le baron Cloquet, Bouillaud, Sédillot, Vulpian, Gosselin rapporteur).

La Section de Médecine et de Chirurgie, réunie en Commission pour l'examen des travaux envoyés pour concourir au prix Bréant en 1878, a été d'avis, à l'unanimité, qu'aucun de ces travaux ne méritait ni le prix ni une part quelconque des intérêts que l'Académie est autorisée à accorder à ceux qui, sans avoir mérité le prix, se sont approchés du but par des travaux relatifs, soit au choléra, soit à d'autres maladies épidémiques.

Ces conclusions sont adoptées.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, Robin, Bouillaud, Cloquet, Gosselin rapporteur.)

Des deux travaux que la Commission du prix Godard a eu à examiner, un seul lui a paru digne d'être récompensé, c'est celui de M. le D[r] **Reliquet**.

Il a pour titre : *Spasmes de la vessie et de l'urèthre ; action du chloroforme sur ces deux organes.*

L'auteur, dans ses études sur les spasmes, se propose de montrer l'intervention, beaucoup plus fréquente que ne l'ont cru nos prédécesseurs, de cet état physiologico-pathologique dans un grand nombre de maladies des voies urinaires. Pour ce qui est de l'urèthre, par exemple, il le montre contracté spasmodiquement et apportant ainsi un obstacle sérieux à la miction, et quelquefois à l'introduction des sondes dans les maladies des reins, dans les rétrécissements, dans les cas de phimosis ou dans ceux de corps étrangers arrêtés à la partie antérieure du canal.

Quant au spasme de la vessie, M. Reliquet signale son apparition avec des douleurs plus ou moins vives, et avec une augmentation du besoin d'excrétion dans les inflammations simples, et la tuberculisation de la prostate dans les cas de calculs vésicaux, et de caillots sanguins, dans ceux du cancer et dans les maladies de voisinage, telles que les hémorrhoïdes, la fissure, la fistule.

Certainement, il est permis de dire que cette explication, donnée par M. Reliquet, de certains troubles des voies urinaires n'est pas nouvelle pour tous les cas dans lesquels il la fait intervenir, mais il a le grand mérite de savoir la reconnaître sur l'homme malade et d'en tirer des applications importantes pour le traitement. Nous remarquons en particulier l'emploi avantageux, contre les spasmes uréthraux et vésicaux, des courants continus, des injections hypodermiques de chlorhydrate de morphine, quelquefois l'hydrothérapie. Il est incontestable que M. Reliquet a analysé avec rigueur sur ses malades ceux des phénomènes symptomatiques qui étaient dus à un effet spasmodique produit sans doute par une action réflexe se portant sur les fibres contractiles de l'appareil génito-urinaire, à la suite des irritations plus ou moins douloureuses de quelque point de cet appareil, et il n'est pas moins incontestable qu en tirant de cette analyse clinique des conclusions relatives au traitement de ce symptôme important, il a fait faire un progrès à la thérapeutique des maladies de l'appareil génito-urinaire, ce qui le place dans les conditions exprimées par Godard pour l'obtention du prix qui porte son nom.

M. Reliquet a consacré les dernières pages de son travail à ses études sur l'action comparée de l'inhalation du chloroforme dans les maladies de la vessie et dans celles de l'urèthre, et il émet ces deux propositions :

1° Que l'action du chloroforme est complète pour l'urèthre, sauf sur son orifice interne, le col de la vessie :

2° Que cette action est nulle sur la vessie et que les spasmes de cet organe, pendant le sommeil chloroformique, sont plus fréquents que dans l'état de veille.

Peut-être y a-t-il là une opinion un peu plus absolue que les faits cliniques n'autorisent à l'établir. Mais la notion de l'influence entière du chloroforme sur les maladies spasmodiques de l'urèthre est tellement importante en thérapeutique chirurgicale, qu'elle augmente incontestablement les titres de M. Reliquet. Pour ce motif et pour ceux qui précèdent, votre Commission vous propose d'accorder le prix Godard, de l'année 1878, à M. le Dr **Reliquet**.

Cette conclusion est adoptée.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Vulpian, de Lacaze-Duthiers, Gosselin, Ch. Robin rapporteur.)

Depuis que notre éminent et regretté confrère Serres a fondé un prix d'Embryologie générale, c'est pour la troisième fois que l'Académie est appelée à récompenser des travaux relatifs à cette branche importante de la Physiologie; elle est et sera longtemps encore féconde en recherches originales et en découvertes des plus utiles à la Science.

Votre Commission a été heureuse de trouver ces caractères d'originalité et d'élévation unis intimement dans les études de M. **Alexander Agassiz**, le fils de feu Louis Agassiz, Associé de notre Académie et dont le nom restera célèbre parmi les zoologistes. Ces études ([1]) sont nombreuses, et

---

([1]) Ceux des travaux de M. Alexander Agassiz qui ont été examinés par la Commission du prix Serres sont les suivants :

1° Pour les Échinodermes :

Embryology of the Starfish, in-folio avec 8 planches; Cambridge (Massachusetts), 1864. — *On the embryology of* Asteracanthion berylinus *Ag., and a species allied to* A. rubens *M. T.*, Asteracanthion pallidus *Ag.* (*Proceed. of the Amer. Acad. of Arts and Sciences*, april 1863); in-8°. — *On the Embryology of Echinodermes* (*ibid.*, 1865, vol. IX). — *North-American Starfishes;* by Alex. Agassiz, with 20 plates (*Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard-College*), vol. V, n° 1; Cambridge, 1877; in-4°.

2° Pour les Poissons :

On the young stages of some osseous fishes, I. Development of the Tail (1877). — *On the young stages of osseous fishes: II. Development of the Flounders* (1878). — *The Development of Lepidosteus*, Part I (1878), dans *The Proceedings american Academy of Arts and Sciences*, t. XIII et XIV; in-8°, Cambridge.

plusieurs sont très-étendues. Les principales sont relatives, les unes au développement des Invertébrés du groupe des Échinodermes, les autres à celui des divers Poissons encore peu étudiés embryogéniquement.

Ce Rapport ne peut signaler que les résultats généraux et la direction de cet ordre d'observations, qui implique, en effet, les détails descriptifs les plus variés.

Jean Müller, Krohn, Derbès et Van Beneden avaient déjà publié des études intéressantes sur les larves de divers genres d'Échinodermes. Celles de M. Agassiz ont porté sur un bien plus grand nombre, appartenant aux quatre principales familles de cette classe de Rayonnés, savoir les Holothuries, les Échinides, les Ophiures et les Astéries. Il a découvert le mode d'origine et d'évolution du système aquifère, qui dérive de la cavité digestive primitive. Cette découverte importante l'a conduit à déterminer, avec plus de netteté que ne l'avaient fait ses prédécesseurs, le mode de formation de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin et des autres systèmes organiques. En coordonnant ainsi exactement les phases d'apparition et de développement de chaque appareil, il a éclairé nombre de points embryologiques mal déterminés ou ignorés jusque-là. Il a particulièrement prouvé que, dès ses premières phases embryonnaires, le jeune Échinoderme est un Rayonné, qu'il n'est en rien un animal bilatéral, contrairement à ce que plusieurs auteurs admettaient depuis Müller. En d'autres termes, et pour terminer sur ce point, M. Agassiz a prouvé que le mode de développement qui conduit les larves à produire des Échinodermes suit une voie qui est entièrement propre à cette classe et qui, en outre, la place audessus des autres groupes de Radiaires. L'œuf devient l'embryon, et l'embryon un Échinoderme encore petit, sans perdre aucun organe pendant cette évolution. Celle-ci n'est donc pas une métamorphose. L'embryon ni le jeune sans sexe ne produit les formes intermédiaires diverses devenant des individus sexués destinés à compléter le cycle de l'existence spécifique. Il n'y a donc pas chez les Échinodermes les générations alternantes observées sur d'autres Rayonnés.

Ces Mémoires contiennent toute une série de déterminations embryologiques dont la connaissance marque un véritable progrès pour la Physiologie comparée et la Zoologie, et, en conséquence, ils sont des plus dignes d'être récompensés.

Agassiz père, dans quelques pages déjà anciennes, avait cité des exemples susceptibles de montrer comment on pourrait fonder une classification naturelle des Poissons en partant de la correspondance qui existe

entre leur développement embryogénique et la complication de leur structure dans l'état adulte. M. Alexander Agassiz a, par des recherches spéciales et plus directes, étendu et confirmé les inductions de cet ordre. Après Vogt, R. Owen, Stannius, Huxley, Kölliker, Lotz et Georges Pouchet, il a fait l'étude comparative du développement de la nageoire caudale des Poissons. Il insiste sur ce qu'elle est, au début, formée de rayons régulierement divergents autour de la terminaison de la corde dorsale, restée rectiligne. C'est ce premier état que l'auteur nomme *leptocardien*. L'apparition ultérieure au-dessous de la corde dorsale, des premières pièces cartilagineuses qui soutiendront les rayons définitifs (comme l'a décrit M. G. Pouchet), amène l'inégalité des lobes de la nageoire, ou *hétérocercie*. Que le lobe supérieur soit plus long ou plus court que l'inférieur, il est toujours formé par la persistance du premier état de la queue. Quant à l'égalité des lobes de cette nageoire, ou *homocercie*, elle n'est jamais qu'apparente. Ces trois formes ou stades répondent d'ailleurs à trois dispositions homologues qu'on trouve sur les Poissons adultes qui se sont succédé paléontologiquement et qui, comme sur les poissons vivants, servent de caractères distinctifs, génériques et spécifiques.

Un travail important de M. Agassiz est celui qui a trait au développement de l'œil des Pleuronectes. Les indications des anatomistes sur ce sujet étaient loin d'être concordantes. Tandis que Malus (*Mém. de l'Acad. de Stockholm*, 1854) avait considéré l'œil du côté inférieur comme se déplaçant à la surface de la tête de manière à franchir la ligne médiane en avant de la nageoire dorsale, Steenstrup (*Mém. de l'Acad. de Copenhague*, 1864) avait, au contraire, considéré, d'après l'observation de jeunes *Plagusia*, l'œil inférieur comme traversant la tête pour venir occuper sa place définitive de l'autre côté.

M. Agassiz a pu constater que les deux modes d'évolutions s'accomplissent, le premier dans les genres *Pleuronecte*, *Rhombus*, etc., le second dans le genre *Plagusia*. Chez cet animal, l'œil du côté qui sera infère s'enfonce peu à peu et passe au-dessous de la base des cinquième et sixième rayons de la nageoire dorsale qui s'avance loin sur le front. Un orifice cutané ou palpébral se forme peu à peu au niveau du point que l'œil arrive à toucher; tandis que l'orifice primitif se rétrécit et disparaît complétement. Pendant toute la durée de ces phénomènes auxquels se prête la longueur du nerf optique, l'animal reste tout à fait transparent. Nous ne pouvons ici pousser plus loin cette esquisse des faits observés, figurés et commentés par M. Agassiz.

Nous citerons pourtant encore le Mémoire dans lequel il décrit pour la première fois le développement des *Lépidostées.* Au sortir de l'œuf, l'animal a la forme générale des très-jeunes embryons de beaucoup de Poissons osseux à vésicule ombilicale volumineuse; mais il s'en distingue de suite par la proéminence de la partie de sa tête en avant de la bouche. Cette partie s'arrondit en une grosse ventouse bordée de tubercules charnus paraissant extensibles. Au moyen de cet organe, le jeune Poisson se fixe aux pierres et reste immobile tout le temps que dure la résorption de la vésicule ombilicale. La suite du développement montre que cette ventouse devient le tubercule charnu qui termine la mâchoire supérieure de l'adulte, que de plus, quelques jours après sa sortie de l'œuf, le Lépidostée a un aspect et des attitudes qui le rapprochent assez de ceux des Esturgeons.

Nous ne poursuivrons pas plus loin l'analyse des travaux du savant professeur de Cambridge. Les indications qui précèdent suffisent pour montrer qu'ils ont été faits dans l'esprit même qui a inspiré le fondateur du prix que nous avons été appelés à donner.

Les premières publications de M. Agassiz sur l'Embryogénie datent de plus de quinze ans; les dernières n'ont que quelques mois de date et en annoncent d'autres encore. Ce sont donc non-seulement des résultats scientifiques importants, mais encore des efforts persévérants, que votre Commission soumet à l'appréciation de l'Académie. De plus, si nous n'avions craint de sortir du cadre qui nous est tracé par le sujet du prix Serres, nous aurions pu ajouter aux titres du savant professeur américain l'ensemble de ses Livres et Mémoires qui ont pour objet l'Anatomie comparée et la Zoologie proprement dite; or, cet ensemble est considérable. L'examen de ces écrits vous les aurait montrés empreints d'une grande rigueur dans les observations, pleins de sagacité dans les comparaisons, d'élévation et d'une sage réserve à la fois dans les inductions. Aussi votre Commission est persuadée que vous approuverez la décision par laquelle elle a décerné le prix Serres à M. **Alexander Agassiz.**

L'Académie approuve les conclusions du Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Milne Edwards, Bouillaud, Ch. Robin rapporteur.)

Les *Recherches sur les propriétés chimiques et physiologiques du suc gastrique de l'homme et des animaux* (¹), par M. Charles Richet, comptent parmi les plus précises qui aient été faites depuis longtemps sur cet important liquide. Les méthodes et les procédés de l'analyse chimique, dans ce qu'elle a de plus délicat, ont été appliqués par lui avec une grande sagacité. Il en a perfectionné plusieurs; les Tomes LXXXV et LXXXVI de nos *Comptes rendus* contiennent des Notes de lui qui le prouvent. Elles exposent aussi les résultats nouveaux dus à ses recherches. Il n'est donc pas nécessaire de rappeler en détail dans ce Rapport les faits qu'elles résument. Il paraît évident pour votre Commission que M. Richet a fixé la Science sur une question souvent discutée depuis longtemps et jusqu'à ces dernières années : celle de la nature de l'acide qui donne au suc gastrique la propriété de rougir le tournesol, de gonfler et rendre hydratables, etc..., les viandes, les fécules. Cet acide est l'*acide chlorhydrique*, mais combiné à de la leucine.

Une fois fixé sur ce point, des expériences proprement dites d'une part, des analyses chimiques de l'autre, ingénieusement poursuivies dans les cas les plus divers, jusque sur les Poissons, les Crustacés et les Mollusques, ont conduit M. Richet a éclairer nombre de points encore obscurs sur les manières d'agir du suc gastrique, sur ce qui, dans ces actions, revient soit à l'acide, soit au corps albuminoïde neutre appelé *pepsine*; il tient compte, bien entendu, des diverses sortes d'aliments ingérés, solides et liquides, animaux et végétaux.

Ici les faits particuliers se multiplient trop pour que ce Rapport puisse en aborder l'examen; mais dans toutes ces recherches se retrouve un caractère scientifique remarquable; aussi, parmi les travaux soumis à son examen, votre Commission a fixé son choix sur celui de M. Richet et vous propose de lui décerner le prix de Physiologie expérimentale.

Cette conclusion est adoptée.

(¹) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, p. 170 à 333. Paris, 1878, in-8°, avec une Planche.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, général Morin, Fremy rapporteur.)

Rapport sur l'utilisation des matières de vidange, par M. D'HUBERT.

L'Académie connaît l'importance que présente, au point de vue de l'hygiène et en même temps sous le rapport de l'agriculture et de l'industrie, la bonne utilisation des matières de vidange.

Les substances solides, une fois désinfectées, forment un engrais apprécié des agriculteurs; quant aux sels ammoniacaux produits par les liquides, ils sont employés dans les fabrications de l'ammoniaque, de l'alun ammoniacal, des engrais, et sont la base d'une industrie nouvelle qui prend en ce moment un développement considérable.

En effet, les sels ammoniacaux servent aujourd'hui, dans les soudières, pour fabriquer les sels de soude d'après le nouveau procédé qui porte le nom de *méthode à l'ammoniaque*.

Le traitement des matières de vidange s'est fait pendant longtemps et se fait encore trop souvent par des pratiques que l'hygiène et les applications agricoles condamnent également.

Un ancien commissaire des Poudres et Salpêtres, M. D'HUBERT, s'est proposé de remédier aux principaux inconvénients que présentait le traitement des matières de vidange, en ayant recours à des dispositions ingénieuses que nous décrirons sommairement.

Les mesures de police prescrivent de jeter dans les fosses, au moment de leur vidange, une dissolution de sulfate de fer qui absorbe l'hydrogène sulfuré et le sulfhydrate d'ammoniaque.

Ce procédé est inefficace et ne produit qu'une désinfection partielle. Pour la compléter, M. d'Hubert fait rendre les gaz qui sortent de la tonne dans un appareil de son invention; ces gaz, en traversant une dissolution de sulfate de cuivre et des couches de chlorure de chaux, se trouvent absorbés et décomposés.

Lorsqu'on emploie la vapeur pour la mise en mouvement des pompes de vidange, les gaz infects, au lieu d'être décomposés comme il vient d'être dit, sont brûlés sous le foyer de la locomobile. Les tonnes qui reçoivent chaque nuit les matières de vidange sont vidées dans des bateaux pontés

et complétement clos, placés en différents points de la Seine et du canal Saint-Martin.

L'introduction des eaux vannes dans la tonne s'opère, sans répandre d'odeur, à l'aide d'un tuyau en caoutchouc qui s'adapte à la vanne de la tonne.

Ces bateaux enlèvent chaque nuit 1500 à 1800 mètres cubes de matières; leur emploi supprime en partie les inconvénients du transport par les anciennes méthodes. Les treize bateaux qui font ce service jaugent ensemble 4295 tonnes.

Les bateaux ainsi chargés sont amenés aux trois usines du Point-du-Jour, d'Aubervilliers et de Maisons-Alfort, où ils sont déchargés à l'aide d'une pompe à vapeur qui refoule les matières, au moyen de conduites souterraines, dans de grands bassins clos et couverts, où elles sont soumises à une série de décantations et envoyées ensuite, à l'aide de pompes, dans des colonnes à plateaux. Là, sous l'influence de la chaleur, les sels ammoniacaux volatils, tels que le carbonate et le sulfhydrate, distillent après avoir traversé une série de serpentins; ils se condensent ensuite dans des bacs à saturation contenant de l'acide sulfurique. Ces bacs sont en plomb et hermétiquement clos. Les gaz odorants qui se dégagent pendant la saturation sont envoyés sous les foyers des générateurs, où ils sont brûlés: nous nous sommes assurés qu'après cette combustion aucune odeur ne se répand au dehors.

Les eaux usées par la distillation, qui forment le résidu de cette fabrication, peuvent être encore utilisées pour l'agriculture, comme cela a lieu dans l'usine de Maisons-Alfort; leur efficacité a été constatée par une pratique de plusieurs années.

Nous considérons l'usine de Maisons-Alfort, qui est à la fois une fabrique de produits chimiques et une exploitation agricole de 124 hectares, comme un modèle véritable de bonne utilisation des matières de vidange : les opérations ne laissent dégager au dehors aucun gaz fétide; les résidus ne sont pas jetés dans la rivière et sont, au contraire, appliqués à l'agriculture; en un mot, rien n'est perdu et tout est utilisé.

Les eaux vannes, décantées, laissent un résidu de matières solides dans lesquelles l'azote est fixé par différentes méthodes, mais principalement par l'acide sulfurique.

Ces matières sont desséchées à air chaud et à eau chaude dans de vastes séchoirs clos et couverts; les vapeurs produites par l'évaporation sont dirigées sous les foyers des générateurs pour y être brûlées.

Les trois usines de Maisons-Alfort, d'Aubervilliers et du Point-du-

Jour transforment chaque jour en engrais et en sels ammoniacaux les 1800 mètres cubes de matières transportées par les bateaux. Elles produisent annuellement 7000 tonnes d'engrais solide et 4000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Il serait bien à désirer, dans l'intérêt de l'hygiène publique, que toutes les matières de vidange fussent ainsi utilisées et que l'on n'en jetât pas une partie dans la Seine, comme cela se pratique encore aujourd'hui.

Votre Commission a pensé que, par cet ensemble de perfectionnements introduits par M. D'HUBERT dans le transport et le traitement des matières de vidange, cet habile ingénieur avait résolu un des problèmes qui intéressent le plus l'hygiène, l'agriculture et l'industrie, et qu'il avait mérité le prix des Arts insalubres de la fondation Montyon; en conséquence, elle lui décerne ce prix, dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*.

Rapport sur l'étamage des glaces à l'argent mercuré par le procédé, de M. LENOIR.

M. LENOIR a déjà soumis à l'Académie plusieurs de ses découvertes importantes.

C'est cet habile ingénieur qui a introduit dans les procédés galvanoplastiques le perfectionnement qui permet d'obtenir, en ronde bosse et sans soudure, les dépôts qui s'appliquent, dans les ateliers de M. Christophe, à la reproduction des objets d'art et principalement des statues.

M. Lenoir a découvert un télégraphe autographique reproduisant l'écriture ou les dessins avec l'encre d'imprimerie : dans cet appareil, le synchronisme du transmetteur et celui du récepteur sont obtenus par un procédé ingénieux et nouveau.

Le moteur à gaz Lenoir, que tous les pays ont adopté, a donné à son auteur une réputation bien méritée.

Votre Commission a donc examiné, avec une sympathie qu'elle ne cache pas, la nouvelle invention de M. Lenoir, qui se rapporte aux Arts insalubres.

L'étamage des glaces au moyen de l'amalgame d'étain a toujours été considéré comme une opération insalubre; les ouvriers qui la pratiquent se mettent difficilement à l'abri de l'action redoutable des vapeurs mercurielles.

Il y a trente ans environ, une amélioration considérable s'est introduite dans l'industrie de la miroiterie : l'étamage des glaces au moyen du mercure a été remplacé, après de nombreux essais, par l'argenture.

L'opération de l'argenture des glaces est des plus simples. La glace que l'on veut argenter est placée sur une table horizontale en fonte portant une

couverture de laine qui est chauffée vers 40 degrés ; on verse successivement sur la glace, préalablement bien nettoyée, deux solutions, l'une d'acide tartrique, l'autre d'azotate d'argent ammoniacal ; sous l'influence de la chaleur, l'acide organique réduit le sel métallique, et, au bout de vingt minutes environ, l'argent se dépose sur la glace en couche adhérente, continue et brillante; l'argenture est terminée en une heure environ ; il ne reste plus qu'à sécher la glace et à recouvrir l'argent précipité d'un vernis, assez résistant et compacte pour garantir l'argent contre tout frottement et le préserver des vapeurs sulfureuses, qui le noircissent.

Par ce procédé, une glace peut être étamée en quelques heures et livrée immédiatement; tandis que, par l'ancienne méthode, l'opération durait au moins douze jours.

L'argenture présente cependant des inconvénients qu'il ne faut pas méconnaître : le reflet de l'argent est toujours un peu jaunâtre; il arrive souvent que la lame d'argent n'adhère pas au verre ou qu'elle se soulève par l'action du Soleil; en outre, le vernis appliqué derrière la glace ne préserve pas toujours l'argent de l'influence des émanations sulfureuses.

Ces inconvénients ont engagé M. Lenoir à chercher une méthode qui, en conservant à la glace les avantages de l'argenture, lui donnât les qualités de l'amalgamation, dans des conditions qui préserveraient les ouvriers de toute action de la vapeur mercurielle.

Il est arrivé au but qu'il poursuivait, par le procédé suivant :

La glace, étant une fois argentée, est soumise à l'action d'une dissolution étendue de cyanure double de mercure et de potassium : il se forme un amalgame d'argent blanc et brillant qui adhère fortement au verre.

Pour faciliter l'opération et utiliser tout l'argent employé en économisant le cyanure double de mercure et de potassium, M. Lenoir, dans un perfectionnement récent, saupoudre la glace, au moment où elle est recouverte de la solution mercurielle, d'une poudre de zinc très-fine qui précipite le mercure et régularise l'amalgamation.

La glace qui porte cet amalgame d'argent ne présente plus de reflet jaunâtre et donne des images blanches entièrement comparables à celles qui étaient produites par les glaces étamées au mercure dans l'ancien procédé. Cet amalgame résiste mieux que l'argent seul aux émanations sulfureuses.

L'opération que nous venons de décrire donne donc à la miroiterie le moyen de produire des glaces étamées par un amalgame de mercure et d'argent, en préservant les ouvriers de tous les dangers qui résultent de l'étamage des glaces par l'ancienne méthode.

Votre Commission a pensé que cette utile invention avait mérité un prix

des Arts insalubres de la fondation Montyon : en conséquence, elle décerne à M. **Lenoir** un prix de la valeur de *deux mille cinq cents francs.*

Rapport sur les couleurs non vénéneuses préparées par M. **E. Turpin.**

Les travaux de M. **Turpin** ont eu pour but de substituer, aux couleurs vénéneuses employées dans la peinture décorative, des couleurs absolument inoffensives; ces couleurs inoffensives sont surtout applicables à la décoration des jouets d'enfants.

Parmi les couleurs présentées par M. Turpin, il y en a qui sont connues et employées depuis longtemps en peinture, telles que le blanc de zinc, le noir de charbon, l'outremer bleu, le vert Guignet, le chromate de zinc, etc., mais il y en a d'autres qui sont nouvelles et absolument inoffensives, car elles tirent leur origine du goudron de houille.

Dans la série des couleurs inoffensives, le rouge et l'orangé faisaient complétement défaut; il en était de même des gammes comprises entre l'orangé et le jaune.

Les travaux de M. Turpin ont eu pour but d'introduire ces matières colorantes dans l'industrie. Ces nouvelles couleurs sont des laques à base d'*éosine*. L'éosine se produit dans les conditions suivantes : lorsqu'on traite par l'acide phtalique anhydre un phénol diatomique connu sous le nom de *résorcine,* on obtient une matière colorante jaune qui a été nommée *fluorescine,* parce que sa dissolution aqueuse, additionnée d'ammoniaque, présente une belle fluorescence jaune.

La fluorescine soumise à l'action du brome produit, par substitution, différents corps; le plus intéressant est l'éosine.

Ce corps se combine aux bases et forme, surtout avec l'oxyde de zinc, de belles laques rouges résistant à l'action de la lumière et pouvant remplacer le vermillon; cette laque, mélangée en diverses proportions au chromate de zinc, donne des couleurs comparables par leur teinte au minium et au jaune de chrome.

Pour ôter à l'emploi de ces nouvelles couleurs toute apparence de danger, nous engageons M. Turpin à remplacer, si cela est possible, dans leur préparation, l'oxyde de zinc par l'alumine.

Ces laques d'éosine comblent la lacune qui existait dans la série des couleurs inoffensives; l'Administration pourrait donc aujourd'hui proscrire d'une manière absolue, pour la décoration des jouets, l'emploi des matières colorantes toxiques à base de mercure, de plomb, d'arsenic et de cuivre, comme elle l'a fait pour la coloration des bonbons et de certains produits comestibles.

Les travaux de M. Turpin ont paru à votre Commission présenter un intérêt véritable au point de vue de la salubrité; elle vous propose d'accorder, à titre de récompense et d'encouragement, une somme de *mille francs* à M. **Turpin**.

Rapport sur le fer à souder à foyer de platine, inventé par M. le Dr **Paquelin**.

M. le Dr **Paquelin** s'est proposé de faire disparaître les causes si fréquentes d'incendie qui résultent de l'emploi des appareils qui servent aux soudures, en disposant un fer à souder se chauffant instantanément et sans flamme; dans ce but, il a fait usage de son foyer de platine alimenté par un mélange d'air et de vapeur d'essence minérale, que l'Académie connaît et qui rend aujourd'hui de si grands services à la Chirurgie.

L'appareil de M. Paquelin comprend trois parties :

1° Le fer à souder, qui est creux, en cuivre ou en fer, emmanché d'un tube métallique renfermant un foyer de combustion en platine;

2° Un vase carburateur à essence minérale, sorte de petit bidon à trois orifices, que l'on porte en bandoulière sous l'aisselle gauche;

3° Un soufflet à vent continu qui se meut avec le pied ou avec la main.

Ces trois parties sont reliées entre elles par deux tubes en caoutchouc à parois épaisses, dont l'un va du soufflet au carburateur, l'autre de ce vase à l'extrémité libre du manche du fer à souder.

Le petit foyer de platine employé par M. le Dr Paquelin peut, comme votre Commission l'a constaté, porter la masse du métal qui l'enveloppe en moins d'une minute au degré voulu pour souder.

L'essence minérale dont il faut faire usage est celle de la vente courante; la dépense du fer à souder fonctionnant sans interruption au moyen de cette essence est de 3 centimes par heure.

Le chauffage de ce fer est presque instantané; on peut en régler à volonté la température; il est beaucoup plus léger que le fer à souder ordinaire; son foyer de combustion est inoxydable; il permet d'opérer facilement certains travaux d'une exécution difficile, tels que ceux qui se font sur les toits et les clochers; il supprime les dangers d'incendie.

Par ces différentes considérations, la Commission propose à l'Académie d'accorder à M. le Dr **Paquelin**, à titre de récompense et d'encouragement, une somme de *mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Dumas, général Morin, Phillips, Sainte-Claire Deville, Bertrand rapporteur.)

M. MARCEL DEPREZ a appliqué avec un grand bonheur les forces électriques à la solution de divers problèmes de Mécanique. Ses ingénieuses méthodes, récompensées déjà par l'Académie, ont rendu d'éminents services à l'artillerie et à l'étude des locomotives.

La Commission chargée de décerner le prix Trémont, confiante dans l'esprit inventif et dans la persévérance de M. M. DEPREZ, lui décerne, à l'unanimité, cette récompense, destinée par le fondateur à aider tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, à atteindre un but utile et glorieux pour la France.

L'Académie adopte cette conclusion.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Chasles, Bertrand rapporteur.)

La Commission propose, à l'unanimité, de maintenir le prix Gegner de l'année 1878 à M. GAUGAIN.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. l'amiral Pâris, de Quatrefages, amiral Mouchez, Cosson, d'Abbadie rapporteur.)

Le père de l'Histoire nous a dit, il y a plus de deux mille ans, que l'Afrique apporte toujours quelque nouveauté. Malgré le progrès des découvertes, cette opinion d'Hérodote est encore vraie de nos jours, et l'Afrique nous ménage des surprises toujours, surtout quand on pénètre dans son intérieur, si peu exploré.

Notre modeste comptoir du Gabon, qu'on ne saurait nommer une colonie, a appelé l'attention des géographes sur l'Ogowé, fleuve puissant qu'on aimait à regarder comme un de ces chemins en marche faciles à remonter par la vapeur, plus faciles encore à descendre, et qui semblait être une porte nouvelle dans le continent mystérieux.

Après les belles reconnaissances du bas Ogowé, effectuées successive-

ment par MM. Serval et Aymès, officiers de la marine française, un Anglais, M. Walker, fut le premier qui s'en occupa. Il parvint jusqu'à Lopé par environ 9° 36 de longitude. MM. de Compiègne et Marche ajoutèrent 34 milles à cette reconnaissance, en atteignant au commencement de 1874 l'embouchure de l'Ivindo, affluent de la rive droite du fleuve.

MM. **Savorgnan de Brazza**, enseigne de vaisseau, et Ballay, médecin de la marine, entreprirent ensuite une expédition où ils furent d'abord accompagnés par M. Marche, qui les quitta pour revenir en France après qu'ils eurent remonté l'Ogowé vers le sud-est, en traversant $1\frac{1}{4}$ degré en latitude et en longitude. Après avoir suivi le fleuve en amont pendant 30 milles environ, MM. de Brazza et Ballay le trouvèrent innavigable et durent continuer par terre leur voyage de découvertes. Les espérances qu'on avait fondées sur l'Ogowé paraissent donc s'évanouir.

Chez Obanda, chef d'un village des Bateke, des observations qui viennent d'être calculées par M. Bossert montrent que les explorateurs étaient sous la latitude de 1°35′ sud par 11°59′48″ de longitude à l'est de Paris. Cette dernière coordonnée résulte d'une occultation d'étoile par la Lune, genre d'observation qu'il est difficile de calculer en voyage, mais qui a ainsi le grand avantage d'imprimer un sceau d'authenticité a une exploration où d'autres témoins désintéressés manquent et où le voyageur est ordinairement porté, en raison de sa fatigue et du temps écoulé, à exagérer la longueur du chemin parcouru. M. de Brazza n'a pas donné dans ce travers si commun. Formé par les leçons de notre école navale à corriger son estime, il l'avait même trop réduite, et la sévérité des calculs astronomiques a montré qu'à cette station il avait parcouru, en longitude, 40 kilomètres de plus qu'il ne le croyait.

Marchant toujours vers l'est, MM. de Brazza et Ballay atteignirent bientôt le point de partage entre le bassin de l'Ogowé et un bassin intérieur qu'ils jugèrent d'abord devoir aboutir à un de ces lacs si nombreux en Afrique. Le col le plus élevé où M. de Brazza a observé doit avoir une altitude de 700 mètres environ, mais l'observation a été faite avec un anéroïde, et l'on sait que les baromètres de ce genre présentent peu de garanties d'exactitude. M. de Brazza ne l'ignorait pas et il s'était muni d'un hypsomètre, qu'il étudia au moyen de comparaisons nombreuses, mais qui lui fut enlevé par les pillards indigènes avant qu'il pût s'en servir.

Prenant leurs sources aux environs du 12ᵉ méridien à l'est de Paris, cinq rivières, traversées par M. de Brazza, tendent à faire croire que le thalweg moyen de ce bassin intérieur se dirige vers l'est à 60 kilomètres

au sud de l'équateur terrestre, et divers indices font supposer qu'il appartient au Congo ou Zaïre. On sait que, si ce grand cours d'eau le cède au Nil en longueur, il est toujours le plus volumineux des fleuves africains.

La plus méridionale des cinq rivières traversées, l'Alima, a 140 mètres de large, avec une vitesse superficielle *estimée* de 2 kilomètres à l'heure. Près de sa berge abrupte, un bambou de 5 mètres n'atteignait pas le fond, bien que la source de ce puissant cours d'eau ne semble pas éloignée de plus de 100 kilomètres.

Tout en franchissant le seuil de deux bassins hydrographiques, M. de Brazza a dépassé le point de partage de deux bassins commerciaux, s'il est permis d'employer cette expression. Jusqu'aux environs du 12e méridien, les indigènes étaient armés de fusils venus du Gabon, à l'ouest. Plus loin, vers l'est et le nord, on se sert encore de sagaies et de flèches empoisonnées. Vers le terme du voyage, mais du côté de l'est et du sud, les diverses peuplades ont encore des fusils, mais venus du sud-est probablement, en remontant les affluents du Zaïre.

Les indigènes sont tous nègres. Plusieurs d'entre eux, surtout parmi les chefs, ont des nez aquilins, mais aux ailes élargies. Les lèvres épaisses se présentent partout, comme dans le reste de l'Afrique équatoriale.

Dans le cours du voyage, M. de Brazza a fait la même remarque que votre rapporteur quand il était en Kaffa, par 7 degrés de latitude et 34 degrés de longitude : la culture trop facile du bananier, qui sert comme alimentation, en dispensant l'homme de tout travail fatigant, amortit l'énergie, rend la prévoyance inutile et conserve dans la barbarie ces Africains indolents, qui n'ont même pas à gratter la terre en guise de labour. Au contraire, sur les terrains élevés qui partagent les bassins, et où le bananier ne réussit point, M. de Brazza a constaté que les habitants sont obligés d'employer une certaine énergie pour cultiver le maïs et le sorgo nécessaires à leur subsistance, et que ce travail forcé tend à améliorer l'indigène.

Tout ce qui produit la force et la grandeur des peuplades agricoles ou pastorales fait défaut chez ces Africains. Dans toute la région parcourue pendant trois années par nos persévérants voyageurs, les bêtes de somme manquent entièrement, la poule est le seul animal domestique, les chèvres sont fort rares et la vache n'est connue qu'à l'état sauvage. Par conséquent, l'usage du cuir étant très-peu répandu, MM. de Brazza et Ballay durent faire leur longue route *nu-pieds*. Il faut avoir soi-même voyagé ainsi pendant des années pour apprécier tout ce qu'il y a d'épreuves pénibles dans ce mot si court.

Le voyage hors ligne de M. de Brazza s'est effectué dans une région com-

plétement inconnue jusqu'ici aux géographes. Sa portion tout à fait neuve comprend $2\frac{1}{2}$ degrés du nord au sud et 3 degrés en longitude. Outre les observations faites avant d'arriver à Lope, 36 déterminations de latitude, dont 19 par des hauteurs circumméridiennes, 10 séries de distances lunaires, deux longitudes obtenues par des distances zénithales de la Lune, et une occultation d'étoile, fixent tout ce pays sur nos cartes. En face de travaux aussi exceptionnels, accomplis malgré tant d'obstacles et dont le succès n'est dû qu'à une persévérance peu commune, votre Commission s'est crue en droit de proposer M. **Savorgnan de Brazza** pour le prix Delalande-Guérineau.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **de Béchevel** (**Eugène-Dieudonné-Henry**), né le 4 août 1857 à la Folie (Calvados), sorti le premier, en 1878, de l'École Polytechnique, et entré, comme élève ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1879, 1880, 1881, 1882 ET 1883.

PRIX EXTRAORDINAIRES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Concours prorogé de 1872 à 1875, puis à 1878, enfin à 1880.

L'Académie avait proposé pour sujet d'un grand prix à décerner en 1878, la question suivante :

« *Étude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.* »

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé au Secrétariat, l'Académie modifie l'énoncé de la question ainsi qu'il suit :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1880 ; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Question proposée pour l'année 1880.

L'Académie propose, pour sujet d'un grand prix de Sciences mathématiques à décerner en 1880, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1880; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880.

La question proposée est la suivante :

« *Etude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1880.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES

Question proposée pour l'année 1877 et prorogée à 1879.

« *Etude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés* » *édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.* »

L'anatomie des Crustacés podophthalmaires a été l'objet de recherches nombreuses; mais on ne connaît que très-incomplétement la structure intérieure des Édriophthalmes. L'Académie demande une étude approfondie des principaux appareils physiologiques dans les divers genres d'Amphipodes, de Lamodipodes et d'Isopodes qui habitent les mers d'Europe. Les concurrents devront porter principalement leur attention sur le système nerveux, le système circulatoire, l'appareil digestif et les organes de la génération. Les descriptions devront être accompagnées de figures.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les ouvrages présentés au Concours pourront être manuscrits ou imprimés et devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1879.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Question proposée pour l'année 1879.

« *Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés* » *en France.* »

Les concurrents pourront limiter leurs recherches aux mammifères, mais ils devront examiner attentivement la valeur zoologique des caractères sur lesquels reposent, soit les distinctions spécifiques, soit les rapprochements qu'ils admettront, et les descriptions devront être accompagnées de figures dessinées avec soin.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Ouvrages, imprimés ou manuscrits, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1879.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix dans sa séance publique de l'année 1879.

Les Mémoires, plans et devis devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1879.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs.*

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour

» les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1879.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de Mécanique appliquée* à décerner *tous les deux ans,* le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en régler le programme.

La Commission du prix de 1877 n'ayant pas cru pouvoir, conformément au Programme proposé, le décerner à l'auteur d'une machine motrice pour tramway, l'a accordé à une machine motrice s'en rapprochant.

En c nséquence, sur sa proposition, l'Académie maintient la question au Concours et propose de décerner le prix Fourneyron de l'année 1879 au meilleur Mémoire ayant pour objet la *construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.*

Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX BORDIN.

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880.

Le prix n'ayant pas été décerné pour l'année 1878, l'Académie propose de nouveau la question suivante pour 1880 :

« *Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement*
» *la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des*
» *cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les*
» *villes à proximité des usines à feu.* »

L'importance de la solution plus ou moins complète du problème ainsi posé n'a pas besoin d'être longuement démontrée. Aujourd'hui que le transport des voyageurs ou des marchandises, tant sur terre que sur mer, se fait presque exclusivement par des machines à feu, et que le nombre des hommes et des choses qui se déplacent est déjà si considérable, on doit reconnaître que la plus grande rapidité des voyages et l'abaissement du prix ont déjà fait beaucoup pour produire cet immense résultat; mais on ne saurait méconnaître, d'autre part, que le confortable et la sécurité des voyageurs laissent encore beaucoup à désirer. Voulant appeler principalement l'attention sur un des progrès importants qui restent encore à faire dans les moyens de transport, nous dirons qu'il n'est pas un voyageur descendant d'un paquebot ou d'un wagon de chemin de fer, après un voyage de quelque durée, qui n'ait gémi d'avoir eu à vivre, pendant de longues journées, au milieu d'une atmosphère de fumée, de cendres ou de flammèches brûlantes. La santé des personnes faibles a eu souvent lieu de s'en ressentir; enfin le danger que présentent les flammèches sortant des chaudières, au point de vue de l'incendie des trains ou des navires, ne saurait malheureusement être contesté.

Ce sont, sans contredit, les flammèches de la locomotive qui, pendant la dernière guerre, ont fait sauter sur le chemin de fer de la Méditerranée, près de Saint-Nazaire, entre Marseille et Toulon, tout un train de voyageurs

auquel on avait adjoint un wagon portant des barils de poudre de guerre; souvent le feu s'est déclaré dans des wagons portant des matières combustibles, sans qu'elles fussent explosibles, et plus d'un paquebot à vapeur a eu le feu dans ses cales ou dans ses cabines, sans qu'on ait pu en trouver d'autre cause que des flammèches tombées des cheminées. Elles en sortent parfois en telle abondance qu'on peut dire que le navire voyage sous une pluie de feu.

Jusqu'à ce jour, il semble qu'on ait considéré comme un mal inévitable ces inconvénients, si graves, des moteurs à feu, ou qu'on s'y soit résigné, comme il le faut bien faire devant ce qu'on ne peut empêcher.

Il a paru qu'il appartenait à l'Académie des Sciences de ne pas reconnaître comme irremédiables les inconvénients que présentent aujourd'hui les produits de la combustion des machines à feu.

Déjà, à maintes reprises et dans divers pays, la question de la combustion de la fumée a été posée pour les usines à feu situées près des villes; des solutions ont été proposées, basées, pour la plupart, sur l'emploi de systèmes de grilles plus ou moins fumivores; mais malheureusement leurs applications restreintes, et les règlements de police qui ont voulu les imposer, tombés pour la plupart en désuétude, prouvent, ou que l'efficacité de ces procédés est contestable ou qu'ils présentent des objections sérieuses au point de vue économique.

L'Académie a donc cru devoir laisser toute sa généralité à la question posée, qui a pour but la recherche des moyens de faire disparaître ou du moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées des machines à feu :

1° Sur les chemins de fer;

2° Sur les bâtiments à vapeur;

3° Dans les villes.

L'Académie prévoit que les moyens proposés à cet effet pourront différer pour l'une ou l'autre des trois grandes divisions précitées; mais une solution satisfaisante, même applicable à un seul de ces trois cas, donnerait, s'il y a lieu, des titres à l'obtention du prix, qui consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, puis enfin à 1879.

Un Décret a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle a donné pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1879 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*
» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit*
» *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des*
» *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix est une médaille de la valeur de *cinq mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1879.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans*, à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle propose de décerner le prix Valz de l'année 1879 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réellement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Académie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Académie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de

» *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 septembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1879, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie.*

PRIX VAILLANT.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs,* destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je
» n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant
» toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences
» appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les
» fonds mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans.* Elle propose, pour sujet du prix qu'elle décernera en 1879, la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

Parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. On considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 518.

GÉOLOGIE.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1880.

« *Étude approfondie d'une question relative à la Géologie de la France.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les travaux, imprimés ou manuscrits, destinés à concourir devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

PRIX ALHUMBERT,

PHYSIOLOGIE DES CHAMPIGNONS.

Question proposée pour 1876 prorogée à 1878, prorogée de nouveau, après modification, à 1880.

Après avoir proposé sans succès pour 1876 et 1878 l'*étude du mode de nutrition des Champignons,* l'Académie, élargissant aujourd'hui le cadre de la question, admettra à concourir, en 1880, tout Mémoire qui éclaircira quelque point important de la *Physiologie des Champignons.*

Le Prix consistera en une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs.*

Les Ouvrages ou Mémoires, manuscrits ou imprimés, en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur » ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur » tout ou partie de la Cryptogamie. »

Conformément aux stipulations ci-dessus, un prix de *seize cents francs* sera décerné, dans la prochaine séance publique, à l'Ouvrage ou au Mémoire jugé le meilleur, parmi ceux publiés dans l'intervalle de temps écoulé depuis le précédent Concours.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1880, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 524.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879.

L'Académie propose, pour le sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1879, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence*
» *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,*
» *feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans*
» *l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*
» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces*
» *de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises, fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1879.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs.*

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans,* alternativement : par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France,* et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.*

L'Académie décernera ce prix, en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français,* devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo- » gie, *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi- » gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 522.)

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille*

francs, réduite à *dix mille francs,* pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, tous les trois ans, à partir de l'année 1882, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs.*

Les Mémoires devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1882.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir,* et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (¹) ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense* » *majorité des cas;* »

(¹) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on apercoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de façon* » *qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exem-* » *ple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le D[r] Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté » au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs, trois pour cent,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Phy-* » *siologie et à la Médecine.* »

Un décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille*

cinq cents francs, dans sa séance publique de l'année 1881, au meilleur ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1879, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1879.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence elle décernera le prix Dusgate, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1880.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX BOUDET.

Par un acte en date du 5 juillet 1878, Mme Veuve Boudet et ses fils ont

fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *six mille francs*, dont l'emploi, conformément aux intentions exprimées par feu M. Félix Boudet, Membre de l'Académie de Médecine, aura lieu de la manière suivante :

« Les travaux de M. Pasteur, dit M. Boudet, ont ouvert à la Médecine » des voies nouvelles. Un prix de *six mille francs* sera décerné en 1880, par » l'Académie des Sciences, à celui qui aura fait de ces travaux l'application » la plus utile à l'art de guérir. »

Un décret en date du 7 janvier 1879 a autorisé l'Académie à accepter cette donation; en conséquence, elle décernera le prix Boudet, en 1880, s'il y a lieu, à l'auteur dont les travaux *sur l'influence pathogénique des organismes inférieurs* auront paru dignes de cette distinction.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au Programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie propose, en conséquence, pour sujet du prix Gay, qu'elle décernera pour la première fois dans sa séance publique de l'année 1880, la question suivante :

« *Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa,* » *depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours ;*

» *Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres ;*

» *Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une* » *étude faite sur les lieux ;*

» *Recherchér entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être*
» *placés à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et*
» *servir à déterminer les mouvements de l'avenir.* »

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1880.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner *chaque année*, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 518.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné *tous les trois ans* à l'ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1879, le prix Cuvier à l'ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1879 jusqu'au 31 décembre 1878, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Ce prix consistera en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1876, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1880.

Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES AUX CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer à MM. les Concurrents, pour les prix relatifs à la Médecine et aux Arts insalubres :

1° Qu'ils ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou à rendre un art moins insalubre;

2° Que les pièces adressées pour le Concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*, ou une application bien constatée;

3° Que l'auteur doit indiquer, par une analyse succincte, la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée, et que, faute de cette indication, sa pièce ne sera point admise. Cette analyse doit être en double copie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J.-B. Dumas** lit l'éloge historique de M. **Antoine-Jérome Balard**, Membre de l'Academie.

M. **J. Bertrand** lit l'éloge historique de M. **Urbain-Jean-Joseph Le Verrier**, Membre de l'Académie.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1879.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1878.

TABLEAU DES PRIX PROPOSÉS

pour les années 1879, 1880, 1881, 1882 *et* 1883.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1879, 1880, 1881, 1882 ET 1883.

1879

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés en France.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement le plus important, relatif à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres.

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX FOURNEYRON. — Décerné au meilleur Mémoire ayant pour objet la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des Tables particulières pour chaque satellite.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physiologie.

PRIX VAILLANT. — Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX BORDIN. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera néces-

saire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1880

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable independante.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

Prix Bordin. — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes, à proximité des usines à feu.

Prix Bordin. — Étude approfondie d'une question relative à la géologie de la France.

Prix Alhumbert. — Physiologie des Champignons.

Prix de La Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Boudet. — Décerné à celui qui aura fait des travaux de M. Pasteur l'application la plus utile à l'art de guérir.

Prix Gay. — Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres. Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une étude faite sur les lieux. Rechercher, entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être placés, à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et servir à déterminer les mouvements de l'avenir.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

1881

Prix Serres. — Sur l'Embryologie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine.

1882

Prix da Gama Machado. — Décerné au meilleur Mémoire sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

1883

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mars 1879.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; nos 45 à 58, du 14 au 27 février 1879. Paris, 1879; 13 livr. in-4° autogr.

Recherches sur l'électricité; par M. G. Planté. Paris, A. Fourneau, 1879; in-8° relié. (Présenté par M. Becquerel.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; t. XI, novembre et décembre 1876; t. I, 2e série, janvier à septembre 1877. *Table des matières et noms d'auteurs,* t. X, 1er et 2e semestres 1876; t. I à XI, 1870-1876. Paris, Gauthier-Villars, 1876-1877; 14 livr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 7e série, t. X. Toulouse, imp. Douladoure, 1878; in-8°.

Étude sur le mode de nutrition des Champignons; par M. A. Condamy, Angoulême, imp. Chasseignac, 1879; br. in-8°.

Essai de quadrature du cercle; par M. Démètre Nesic. Belgrade, à l'Imprimerie d'État, 1877; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1877, n° 4; année 1878, nos 1, 2.

Traité de la paralysie générale des aliénés; par M. A. Voisin. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XIX, nos 3 et 4; t. XX, nos 1 et 2. Orléans, imp. Puget, 1877-1878; 2 livr. in-8°.

Notice sur les travaux de M. E. Dubois. Brest, imp. Gadreau, 1879; in-4°.

Chemin de fer transsaharien. Duponchel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Note pour la Société des Agriculteurs de France, déposée par M. J. Maistre. Paris, imp. Lutier, 1879; in-4°.

Mémoire sur l'application du calcul des combinaisons à la théorie des déterminants ; par M. PICQUET. Paris, imp. Gauthier-Villars, sans date ; in-4°.

Théorie cosmique de l'aurore polaire ; par M. H.-J.-H. GRONEMAN. Sans lieu ni date ; br. in-4°.

Hygiène et éducation de la première enfance. Paris, Société d'Encouragement, 1879 ; br. in-12.

Deux Lettres inédites de Joseph-Louis Lagrange, tirées de la Bibliothèque royale de Berlin et publiées par M. B. BONCOMPAGNI. Berlin, impr. G. Schade, 1878 ; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

End on illumination in private spectroscopy, and its applications to both blowippe flames, and electric illumined gas-vacuum tubes ; by PIAZZI SMYTH. Edinburg, Neill, 1879 ; br. in-8°.

New determination of the mechanical equivalent of heat ; by J. PRESCOTT JOULE. London, Harrisson and Sons, 1878 ; in-4°.

On the general solution of the problem of disturbed elliptic motion ; by E. NEISON. London, 1878 ; br. in-8°.

Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels aus vier Elementen ; von C.-W. BORCHARDT. Berlin, G. Vogt, 1879 ; in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino ; vol. XIV, disp. 1ª, novembre-dicembre 1878. Torino, Paravia, 1878 ; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

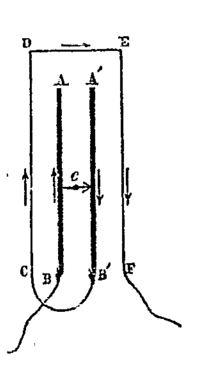
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur un brûleur et un chalumeau électriques.* Note de M. JAMIN.

« L'arc électrique qui jaillit entre deux charbons conducteurs est un véritable courant. Quand il est soumis à l'influence voisine d'un courant, d'un solénoïde ou d'un aimant, il en éprouve une action réglée par les lois d'Ampère, identique à celle qu'éprouverait tout conducteur métallique qu'on mettrait à sa place; mais, comme la masse de matière qui le constitue est très-petite, les vitesses qu'il prend sont considérables. On peut l'attirer, le repousser, le déplacer, le fixer, le faire tourner, lui faire subir, en un mot, tous les mouvements que l'on produit sur les courants mobiles dans les expériences électromagnétiques. La première action de ce genre a été observée par M. Quet, qui projeta horizontalement, sous forme de dard, un arc vertical entre les deux pôles horizontaux d'un électro-aimant. On peut faire une multitude d'expériences analogues : je me contenterai aujourd'hui de citer les suivantes.

» Je place verticalement deux charbons AA', BB' communiquant avec les pôles d'une pile ou d'une machine de Gramme, et j'allume l'arc en C au moyen d'un petit charbon introduit entre les deux premiers et enlevé en-

suite; puis je place en arrière le pôle austral d'un aimant projeté en C, ou le pôle boréal en avant, ou tous les deux à la fois. On sait, d'après la loi de Biot et Savart, que l'élément de courant *c* doit se déplacer vers sa droite en regardant le pôle austral, et l'expérience montre que l'arc se transporte



aussitôt jusqu'à la base BB' des charbons; il remonte, au contraire, jusqu'au sommet AA' si l'on retourne l'aimant. Il se fixe alors à ce sommet, mais il change de forme; il se courbe, s'étale en une lame avec un ronflement sonore assez intense. Si l'aimant est fort, l'arc est comme soufflé de bas en haut et finit par disparaître après avoir pris la forme d'une flamme allongée.

» La même chose arrive si l'on entoure les deux charbons d'un rectangle CDEF traversé par le même courant. Chacune des parties de ce rectangle concourt pour faire monter l'arc si le sens des courants est le même dans les charbons et dans le rectangle, et pour le faire descendre si ce sens est contraire. L'action se multiplie par le nombre de tours que l'on fait faire au fil extérieur. Quatre tours suffisent pour fixer l'arc en AA', et il y demeure quelle que soit la position que l'on donne à l'appareil, lors même que les pointes sont dirigées vers le bas.

» Il est clair que cette expérience permet de maintenir l'arc en AA' et de supprimer toute matière isolante entre les charbons. Quand on opère avec un courant continu de sens constant, le charbon positif est plus brillant, s'use plus vite et diminue de longueur; il maintient à son extrémité l'arc qui descend avec elle. Le charbon négatif ne brûle qu'à l'intérieur; il diminue d'épaisseur, mais garde toute sa longueur et peut servir une autre fois. Quand on emploie les machines à courants alternatifs dont le sens change à la fois dans les charbons et dans le rectangle, l'action garde le même signe; malgré les inversions l'arc est toujours maintenu en AA', et,

les charbons éprouvant une usure égale, leurs pointes restent toujours au même niveau, comme dans la bougie de M. Jabloschkoff.

» Reste à savoir comment on peut allumer l'arc à l'origine et le rallumer s'il vient à s'éteindre. Pour cela, je rends les charbons mobiles autour de deux articulations A' et B', avec un ressort pour les réunir à leur sommet et deux butoirs pour empêcher un trop grand écart. Dans ces conditions, les charbons se repoussent, comme traversés par des courants contraires. De plus, CD attire AB et repousse A'B', pendant que EF fait l'action inverse.. Tous ces effets concourent pour séparer les charbons, qui s'écartent spontanément. Ils s'allument aussitôt que le courant commence, se tiennent à distance tant qu'il continue, pour se rejoindre toutes les fois qu'il cesse. En résumé, c'est une bougie entièrement automatique qui n'exige qu'un support très-simple; l'allumage, le réglage à la distance voulue et le maintien de l'arc aux deux pointes résultent spontanément des forces électromagnétiques, qui se chargent de tout le travail. Il est d'ailleurs évident que ces forces sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant et peuvent toujours être rendues suffisantes : c'est une question de construction. M. Fernet avait déjà proposé de placer les charbons sur le prolongement l'un de l'autre et de profiter de leur répulsion pour les séparer. Cette répulsion était faible : dans la solution que je propose, l'action est plus énergique et devient efficace.

» Quand l'action du rectangle est suffisante, l'arc étalé et chassé au delà des pointes a l'apparence d'une flamme de gaz; sa longueur augmente. Il en résulte une plus grande dépense de force électromotrice, et la quantité de lumière ne croît pas en proportion, car on sait que, si l'arc atteint une très-haute température, il n'a pas un éclat comparable à celui des pointes du charbon. Mais, en remarquant que cet arc est projeté en dehors, j'ai eu l'idée de le recevoir sur de la chaux, de la magnésie ou de la zircone, comme la flamme du gaz oxyhydrique dans la lampe de Drummond. L'arc est écrasé par cet obstacle, garde une longueur constante, et, loin de dépenser plus de force électromotrice, il en épargne une notable partie, parce qu'il jaillit dans un espace très-échauffé et rendu plus conducteur. D'autre part, la lumière, au lieu de se perdre vers le ciel, où elle est inutile, est renvoyée vers le sol; cela permettra d'élever beaucoup la lampe électrique, hors de la direction ordinaire du regard. D'ailleurs, la lumière est entièrement modifiée : elle n'est plus violette, mais blanche; elle paraît même jaune verdâtre par contraste et par l'augmentation d'intensité des raies vertes de la chaux; enfin, ce qui est le plus précieux de

tous les résultats, elle est au moins trois fois plus intense que sans le chapeau de chaux. A la vérité, il ne faut pas appuyer ce chapeau sur les pointes, car celles-ci fondent la chaux et y pénètrent; l'arc trouve son chemin intérieurement et n'éclaire plus. On remédie aisément à ce défaut.

» La fusion de la chaux prouve que cet arc ainsi projeté par un effet magnétique peut échauffer considérablement tous les corps; c'est un véritable chalumeau : c'est probablement le plus puissant de tous. Je le recommande aux chimistes et aux physiciens. J'aurai moi-même à entretenir l'Académie des effets puissants qu'on peut en obtenir. »

COSMOLOGIE. — *Sur une météorite appartenant au groupe des eukrites, tombée le 14 juillet 1845, dans la commune du Teilleul (Manche).* Note de M. **Daubrée.**

« Le 14 juillet 1845, vers 3 heures du soir, à la suite d'une détonation semblable à un coup de tonnerre, on recueillait, au hameau de la Vivionnière, commune du Teilleul (Manche), une pierre qui, d'après les deux témoins, parut incandescente au moment de sa chute.

» Grâce à l'obligeance de M. Rétout, professeur au Collége de Mortain, et à celle de son élève M. Dary, à qui je tiens à adresser ici mes remercîments, j'ai reçu la totalité de cette pierre, dont M. Fouqué avait bien voulu me remettre un premier échantillon, en m'en signalant la provenance.

» La météorite du Teilleul, dont la grosseur dépasse celle du poing, présente grossièrement la forme d'un prisme pentagonal très-aplati, dont les arêtes sont légèrement émoussées. Son poids est d'environ 780 grammes.

» Comme il arrive toujours, cette météorite est complétement enveloppée d'une croûte noirâtre, qui s'est formée à sa surface, pendant qu'à l'état d'incandescence elle traversait l'atmosphère terrestre.

» Au lieu d'être terne, comme dans le plus grand nombre des cas, cet enduit superficiel est brillant. Le réseau de petites veinules qui s'entrecroisent à sa surface montre que la pellicule de matière fondue était agitée au moment où elle s'est consolidée. Vue en écailles minces, cette substance est vitreuse, transparente et verdâtre.

» D'après les caractères de la croûte, on pouvait supposer que la météorite du Teilleul n'appartient pas au type magnésien, qui, comme on le sait, a une écorce mate. En effet, dès qu'on en examine la cassure, on reconnaît qu'elle diffère minéralogiquement de la plupart des météorites connues.

» Au milieu d'une teinte générale gris clair, on distingue des grains, les uns d'un vert foncé, les autres d'un vert clair, ainsi que des parties tout à fait blanches. Le tout se présente avec une texture bréchiforme, rappelant celle d'un tuf volcanique, ainsi qu'on peut le reconnaître à l'œil nu, et surtout à l'aide de la loupe et du microscope. Une partie de la pâte paraît résulter de la pulvérisation de substances semblables à celles qui s'y montrent encore en gros grains, atteignant quelques millimètres dans leurs principales dimensions; la substance est friable et se désagrége sous une faible pression.

» La densité de la météorite du Teilleul a été trouvée de 3,235, à la température de 18 degrés C.; elle compte donc parmi les plus faibles que l'on connaisse.

» L'examen de plaques minces de la roche météoritique du Teilleul y a fait reconnaître les espèces suivantes :

» 1° Un minéral transparent et tout à fait incolore, offrant la macle habituelle des feldspaths tricliniques; les cristaux maclés, parfois très-minces, s'éteignent séparément. Sur un échantillon on a reconnu, sous une forte loupe, un cristal gris violacé, un peu vitreux et présentant la gouttière. Ce feldspath triclinique présente des inclusions, comme celui des gabbros. L'angle d'extinction ne dépasse pas 37 degrés; il est, par conséquent, supérieur à celui du labradorite. La substance a donc les caractères optiques de l'anorthite, dont la présence est d'ailleurs indiquée par l'analyse chimique.

» 2° Des parties cristallines vertes, de nuance variable et parfois très-pâle. Au premier abord, on pourrait les prendre pour du péridot; mais elles sont inattaquables par les acides ordinaires, et l'acide fluorhydrique en sépare de la magnésie. D'ailleurs, la substance possède deux clivages longitudinaux très-nets, qui éteignent parallèlement à leurs deux côtés et qui par conséquent appartiennent au système rhombique. La substance a donc tous les caractères de l'enstatite. Les inclusions opaques et alignées, qui s'y trouvent en proportions variables, paraissent contribuer à la diversité des teintes.

» 3° Un minéral de couleur plus foncée, clivable, est également remarquable par le grand nombre de ses inclusions, qui se présentent sous deux aspects : les unes consistent en petits grains opaques, tels que le fer oxydulé ou la troïlite; les autres sont disposés de manière à imiter des stries parallèles, en général équidistantes, très-rapprochées et discontinues, que l'on pourrait prendre pour des lignes de clivage, si on ne leur reconnaissait une certaine épaisseur. Ces inclusions rappellent tout à fait celles qui sont

habituelles à la diallage. A la loupe on distingue, sur un échantillon, des contours qui pourraient appartenir aux faces p, a et h^1. En outre, d'après leurs caractères optiques, ces cristaux sont clinorhombiques.

» 4° Des fragments de cristaux presque incolores, ayant des clivages longitudinaux, avec la surface chagrinée habituelle au péridot; ils agissent sur la lumière polarisée plus vivement que l'enstatite. C'est sans doute ce minéral qui correspond à la partie de la météorite facilement attaquable par les acides, auxquels elle cède de la magnésie.

» Des grains opaques, qui ne représentent ensemble qu'une très-faible portion du poids total, appartiennent eux-mêmes à trois espèces.

» 5° et 6° Le barreau aimanté attire à la fois des grains de fer nickelé et des grains de pyrrhotine.

» 7° Le résidu renferme des grains noirs, inattaquables aux acides, donnant avec le borax la réaction du chrome et présentant les caractères du fer chromé.

» La faible proportion de substance magnétique explique pourquoi la météorite, prise en masse, et sa croûte elle-même n'agissent pas sensiblement sur l'aiguille aimantée. Soumise à un électro-aimant à 4 éléments, la substance s'est séparée en deux parties, pesant :

L'une	0,046	Pour 100	0,002
L'autre	2,212	»	0,980
Total	2,258		0,982

» D'après l'analyse que M. Sorel a bien voulu en faire dans le laboratoire et sous la direction de M. Schlœsing, la météorite du Teilleul a donné les résultats suivants :

» Il n'y a pas trace de matières solubles dans l'eau.

» Sous l'action de l'acide nitrique bouillant, la substance se décompose en deux parties :

Partie soluble	26,3
Partie insoluble	73,7
Total	100,0

» La partie attaquable par l'acide nitrique présente la composition suivante :

		Pour 100.
Silice	10,32	39,20
Alumine, avec un peu d'oxyde de fer	11,71	44,56
Magnésie	0,39	1,40
Chaux	3,88	14,70
Total	26,30	99,86

» Cette composition se rapproche de celle de l'anorthite ; l'écart s'explique aisément par la nature hétérogène de la pierre.

» La petite quantité de magnésie et de fer correspond sans doute à un mélange de péridot, dont la proportion serait très-petite.

» Les caractères extérieurs portaient à rapprocher la météorite du Teilleul de celles que Gustave Rose a réunies sous le nom de *howardite* (Luotalaks, Bialistock et Mässing). La composition, au contraire, en fait plutôt un terme du groupe des eukrites du même auteur (Juvinas, 15 juin 1821 ; Stannern, 22 mars 1808 ; Petersburgh, 5 août 1855).

» On voit aussi qu'elle trouve des analogues parmi les roches terrestres, particulièrement parmi les laves de l'Irlande. On peut aussi en rapprocher certaines roches qui, en Norvége particulièrement, à Bainble et à Romsas, servent de gangue à la pyrite magnétique. »

M. Larrey communique à l'Académie l'extrait suivant d'une Lettre qu'il a reçue de M. Tholozan, correspondant pour la Section de Médecine en Perse. Cette lettre est datée de Téhéran, 19 janvier :

« Vous savez que la peste a paru en Russie. Cette explosion, tout à fait » indépendante des petites pestes de la Perse, est bien intéressante à » étudier.

» J'apprends aujourd'hui que l'Angleterre va envoyer un médecin sani» taire à Astrakhan. Je désire bien que la France en fasse autant. Ce sera » le moyen de voir clair dans le problème de la peste et de comprendre » enfin qu'il ne s'agit pas là seulement de contagion et de quarantaine.

» La peste de Recht, en l'absence de toute mesure restrictive conve» nable, ne s'est pas étendue ; il en a été aussi de même des pestes de la » Mésopotamie, qui sont nées et sont mortes sur place. Il faut espérer qu'il » en sera de même de la peste du gouvernement d'Astrakhan. »

» Ces quelques mots, ajoute M. Larrey, confirment l'opinion déjà émise par M. Tholozan, dans ses Communications antérieures à l'Académie, et s'accordent aussi avec les récentes remarques de notre éminent confrère M. de Lesseps.

» Quant au désir de M. Tholozan de voir un médecin sanitaire envoyé par le gouvernement français à Astrakhan, ce désir a été satisfait, il y a déjà quelque temps, et le docteur Zuber, médecin-major de l'armée, agrégé à l'École du Val-de-Grâce, a été désigné pour cette mission de dévouement. »

M. de Lesseps demande la parole et s'exprime comme il suit :

« A propos de la Communication fort intéressante du baron Larrey, je

crois devoir élever ma voix contre les précautions prises à Marseille, à l'égard des provenances maritimes des pays d'où émanent des patentes nettes, c'est-à-dire constatant la parfaite salubrité des ports de provenance.

» Que l'on exagère les mesures de défiance contre les pays qui délivrent des patentes brutes, passe encore; mais est-il raisonnable que, dans ce moment, pour les provenances de Constantinople, d'Alexandrie, d'Athènes, de Tripoli, de Tunis et d'Algérie, toutes les correspondances passent pár le ciseau et le parfum, en retardant par conséquent leur transmission et en causant quelquefois un réel dommage?

» J'espère que mes observations pourront avoir une influence favorable au commerce sur les résolutions des autorités sanitaires. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Note sur un type nouveau de tiges anomales;* par M. MAXIME CORNU.

« Les Crassulacées sont des plantes dont le port est spécial et qui sont désignées, avec un certain nombre d'autres, sous le nom de *plantes grasses*. Elles exigent des conditions d'existence particulières; leur structure anatomique les distingue de la majorité des autres plantes.

» La tige des espèces qui ne demeurent pas filiformes et herbacées est caractérisée par un bois dense et régulier, dépourvu de couches d'accroissement et de rayons médullaires; ce caractère avait été signalé il y a déjà fort longtemps par M. Brongniart. L'écorce est cellulaire; elle a été décrite comme ne contenant pas de liber; on n'y voit pas, en effet, d'éléments épaissis; mais chez certains *Sempervivum* et *Crassula,* non loin du cambium et en contact avec lui, se remarquent des éléments libériens très-étroits, disposés par petits groupes.

» Les éléments ligneux sont des fibres à parois épaisses et blanches, disposées en files rayonnantes et régulières, à la partie la plus interne du corps ligneux se trouvent groupés les vaisseaux, isolés ou lâchement unis au milieu d'un tissu cellulaire.

» Au centre, on observe une moelle volumineuse. Dans beaucoup de Crassulacées à tiges lignifiées, la structure fondamentale est celle qui vient d'être indiquée; plus rarement (dans quelques *Crassula*) on trouve les

vaisseaux disposés isolément dans le bois. Chez un certain nombre d'autres ([1]), elle est assez profondément modifiée : le bois, au lieu de demeurer continu, présente par places quelques solutions de continuité ; les files de fibres ligneuses y sont interrompues par des îlots formés de tissu cellulaire et de vaisseaux ; mais cela se présente seulement sur des tiges un peu âgées.

» J'ai rencontré chez certaines espèces un ensemble de modifications bien plus profondes du type primitif et qui ne paraissent pas avoir encore été signalées, du moins si l'on se reporte au remarquable Traité d'Anatomie de M. de Bary ([2]).

» Le cylindre ligneux y est entouré d'un certain nombre de cordelettes, ligneuses également, disposées sans ordre apparent au milieu du parenchyme très-lâche de l'écorce. La coupe transversale montre que ce ne sont pas des faisceaux, mais de véritables corps ligneux à contour circulaire ou elliptique et semblables à la tige, dont ils sont comme une réduction. Ils présentent au centre quelques vaisseaux lâchement unis ; le reste de la partie ligneuse est formé de fibres.

» Leur zone génératrice est représentée sur les échantillons secs, que seuls j'ai pu étudier, par une ligne brunie et très-mince de tissu contracté.

» Ils possèdent des dimensions fort différentes : les uns sont très-petits, les autres peuvent atteindre jusqu'à 2 millimètres ; ils s'accroissent assez pour que leur diamètre égale l'épaisseur du bois proprement dit à ce niveau ; le nombre des fibres dans chaque file radiale du bois et des corps ligneux peut être égal ; chez ces derniers cependant, le diamètre des fibres est généralement inférieur à celui des fibres du bois : comme ils paraissent ne se montrer que sur les tiges florifères, et que ces dernières périssent après la floraison, leur accroissement est nécessairement limité.

» Tantôt rares chez certaines espèces, ces corps ligneux sont abondants chez d'autres, par exemple chez les *Sempervivum* (sect. *Æonium*) *Canariense, urbicum, ciliatum, giganteum*, etc., où il peut y en avoir plus d'une centaine ; ils peuvent manquer tout à fait (*S. Smithii, cruentum, holochrysum*) dans la même section.

» Un fait curieux s'est présenté chez les deux espèces qu'il a été possible d'étudier plus complétement : l'une paraît voisine du *S. urbicum*, l'autre est

---

([1]) Régnault, *Sur la tige de quelques Cyclospermées* (*Ann. Sc. nat.*, 4e série, t. XIV, p. 73, Pl. IV ; 1860).

([2]) *Vergleichende Anatomie der Vegetationorgane* ; von Dr A. de Bary. Leipzig, 1877.

le *S. giganteum :* la base de la tige est dépourvue de corps ligneux corticaux, mais le bois y présente de nombreux îlots vasculaires; c'est l'inverse vers la partie supérieure. La structure anatomique peut donc, *dans le même individu,* affecter deux types qu'on serait tenté de considérer comme fort différents; on conçoit qu'ils puissent se montrer séparément sur des espèces voisines.

» Dans une espèce de *Greenovia,* récoltée à l'île de Fer par La Perraudière (*Gr. Terræ*), les corps ligneux se montrent non-seulement à la périphérie, mais encore dans l'intérieur du cylindre ligneux de la tige.

» Ces corps ligneux corticaux sont en général rectilignes; ils s'anastomosent, se ramifient et se bifurquent dans leur marche : ils enveloppent la tige et les ramifications de l'axe floral; ils sont en relation avec les feuilles et se soudent fréquemment au niveau de leur point d'émergence; certains d'entre eux se fondent par paires avec le bois des rameaux floraux. Sont-ce simplement des faisceaux foliaires? Leur absence à la base de la tige, leur fusion avec les rameaux interdisent cette interprétation. Ne serait-ce pas plutôt des sortes de cambiums supplémentaires analogues à ceux des autres Cyclospermées? Au lieu de produire des secteurs ligneux, il y aurait formation *le plus souvent* de cercles complets.

» Cette explication, reconnue vraie, aurait l'avantage de rallier cette structure aux types déjà connus. Les études ayant porté sur des matériaux secs et dont le développement était terminé, l'origine et l'évolution de ces formations n'ont pu être reconnues.

» Le rôle physiologique de ces corps ligneux supplémentaires doit-il être rapporté à l'évaporation et a la nutrition de ces végétaux croissant dans des conditions si spéciales? Ne le trouverait-on pas plutôt indiqué par la constitution anatomique des plantes elles-mêmes? Elles possèdent de larges rosettes de feuilles, disposées à l'extrémité de tiges relativement menues ; ces lourdes rosettes font souvent infléchir les tiges; l'absence de rayons médullaires semble être déjà une disposition favorable pour en assurer la rigidité. Le développement des corps ligneux supplémentaires anastomosés entre eux, semblables alors à un réseau de cordelettes flexibles, doit consolider fortement les tiges faibles et fragiles quand elles sont destinées à porter une inflorescence munie de nombreuses fleurs. »

EMBRYOLOGIE. — *Note sur les granules amyloïdes du jaune d'œuf;* par M. C. DARESTE.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai signalé, en 1866, l'existence, dans le jaune d'œuf, de granules présentant un certain nombre des caractères des grains d'amidon.

» Ce fait a été contesté. On a dit d'abord que ces granules seraient formés par de la leucine; plus tard, on les a considérés comme des granules de lécithine.

» On rencontre effectivement des granules de lécithine dans le jaune d'œuf, mais seulement après plusieurs jours d'incubation. Dans le jaune des œufs qui n'ont pas été couvés, et pendant les premiers jours de l'incubation, la lécithine existe sans doute, mais seulement à l'état amorphe. On ne la rencontre sous la forme de sphérules biréfringentes que lorsque les globules du jaune ont commencé à se désagréger sous l'influence de l'incubation.

» Au contraire, les granules que j'ai cru devoir comparer aux grains d'amidon existent dans le jaune avant la mise en incubation.

» Ils sont insolubles dans l'alcool, dans l'éther, et généralement dans toutes les substances qui dissolvent les matières grasses. Ils se colorent très-nettement en bleu sous l'influence d'une solution aqueuse ou alcoolique d'iode. Ils se désagrégent sous l'influence de l'acide sulfurique. L'acide acétique n'exerce sur eux aucune action.

» Leur forme varie. Le plus souvent, ils se présentent sous l'aspect de granules extrêmement petits et sans forme déterminée. Parfois, ils ont la forme de lames courbes, qui semblent résulter de la rupture d'une sphère creuse.

» Beaucoup plus rarement, ces granules grossissent et présentent des formes comparables à celles des grains d'amidon. Ces grains, plus gros que les autres, se gonflent considérablement sous l'influence de la potasse et de la soude, et ils reprennent leur volume primitif sous l'influence de l'alcool. Lorsqu'ils ont été colorés en bleu par l'iode, ils se décolorent en se gonflant par l'action des alcalis; puis ils se contractent, en se colorant de nouveau, par l'action de l'alcool iodé. Quand leur forme est très-régulière, ils agissent sur la lumière polarisée comme les grains d'amidon, mais il n'y a qu'un très-petit nombre de grains qui présentent ce phénomène optique.

On constate également, sur quelques-uns d'entre eux, le hile et les couches concentriques qui caractérisent les grains d'amidon.

» Voilà donc un ensemble de caractères qui rapprochent ces grains de l'amidon. Leur insolubilité dans l'alcool et dans l'éther les éloignent de la lécithine.

» La préparation de ces grains présente de très-grandes difficultés, par suite de leur mélange avec un certain nombre d'autres substances, qui font obstacle à la pénétration de l'iode et aux diverses modifications que les acides et les alcalis leur font eprouver.

» En effet, les globules jaunes dans lesquels on les rencontre ont une structure très-complexe. Ils sont formés, à l'extérieur, par une couche de matière albumineuse soluble dans l'eau et contenant des gouttelettes de cette huile colorée en jaune que l'on connaît sous le nom d'*huile d'œuf*. Intérieurement, on rencontre un noyau formé de trois couches concentriques. La couche extérieure est formée d'une couche d'albumine insoluble dans l'eau; la couche moyenne est formée par les granules amyloïdes; enfin, la partie centrale consiste dans un petit amas de lécithine amorphe.

» Ces faits expliquent la difficulté que l'on éprouve à étudier ces granulations, que je n'ai jamais pu séparer complétement des substances qui coexistent avec elles dans les globules.

» Le procédé qui me réussit le mieux, quand je veux étudier ces granulations, consiste à faire durcir le jaune d'œuf par la cuisson à 75 ou 80 degrés. Cette cuisson coagule l'albumine soluble extérieure et transforme les globules du jaune, par leur pression réciproque, en prismes hexaédriques. On traite alors ces globules hexaédriques par l'éther, qui dissout une partie des matières grasses, et parmi elles l'huile jaune, puis par l'alcool absolu, qui enlève encore une partie des matières grasses et qui contracte les substances albumineuses, déjà préalablement modifiées par l'action de la chaleur. Cette contraction et les ruptures partielles qui en résultent font sortir d'un certain nombre de globules l'espèce de noyau qu'ils contiennent et qui est formé, comme je viens de le dire, par une petite masse de lécithine amorphe, enfermée dans une couche de granulations amyloïdes, couche qui est elle-même revêtue par une couche d'albumine insoluble dans l'eau.

» Il y a toujours des globules du jaune qui ne se contractent pas sous l'influence de l'alcool et qui, par conséquent, ne mettent pas en liberté les noyaux contenant les granulations amyloïdes. On peut alors, dans beaucoup de ces globules, constater l'existence de la matière amyloïde par

l'emploi de l'acide sulfurique. Lorsque ces globules ont été colorés par l'iode, qui donne à leur enveloppe une couleur jaune orangé, l'action de l'acide sulfurique, qui désagrége les granules amyloïdes, donne aux globules une couleur bleue qui se répand uniformément dans leur intérieur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ACOUSTIQUE. — *Note sur la correspondance entre les figures acoustiques de Chladni et les réseaux liquides produits sur les plaques circulaires vibrantes.* Mémoire de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans plusieurs Communications précédentes que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (1), j'ai fait connaître les relations qui existent entre les hauteurs des sons rendus par les plateaux circulaires et les nombres de réseaux périphériques ou excentriques correspondants, ainsi qu'entre les largeurs des stries qui se manifestent dans ces différents cas.

» La présente Note a pour but de montrer la correspondance entre ces réseaux et les figures acoustiques de Chladni.

» On sait que Chladni a distingué trois modes de vibration des plaques circulaires, donnant lieu à trois systèmes de lignes nodales : le *système diamétral*, le *système concentrique* et le *système composé*.

» Il est facile de constater expérimentalement, en opérant sur la même plaque, successivement avec le sable et avec l'eau :

» 1° Que les réseaux se produisent toujours au-dessus des secteurs vibrants auxquels ils correspondent, comme les nodales figurent les lignes de repos du plateau, c'est-à-dire que ces lignes sont les limites des réseaux, limites infranchissables;

» 2° Que les *réseaux périphériques*, lorsqu'ils existent seuls, correspondent au *système diamétral*, et qu'il y a autant de réseaux que de nodales formées de rayons;

» 3° Que les *réseaux excentriques* correspondent au *système composé* (c'est-à-dire formé du système diamétral et du système concentrique simultanés); il est à remarquer que le système concentrique proprement dit est

(1) *Sur les formes vibratoires des corps solides et des liquides* (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 453; t. LXXXVII, p. 251, 354, 551; 1878).

incompatible avec le mode de fixation du plateau par le centre, seule disposition que j'aie employée jusqu'ici ;

» 4° Que, si les réseaux excentriques sont *sur un seul rang,* au nombre de 4, 6, 8,..., ils sont limités latéralement par autant de nodales rayonnantes, et du côté du bord du plateau par *une seule nodale* concentrique, dont le rayon augmente avec le nombre des réseaux;

» 5° Que, si ces réseaux sont *sur deux rangs,* ils sont limités latéralement par autant de nodales rayonnantes qu'il y a de réseaux, et circulairement par *deux circonférences nodales concentriques,* etc. Lorsque les réseaux excentriques apparaissent, les périphériques se produisent toujours en même temps sur les bords de la plaque; ils sont assez étendus circulairement, mais très-peu dans le sens des rayons, et sont à peine visibles quand les réseaux excentriques sont nombreux.

» Le Mémoire contient, avec des figures explicatives, les résultats numériques des expériences et l'indication détaillée des moyens de produire à volonté les réseaux périphériques des différents systèmes et les réseaux excentriques des différents ordres. La position, l'étendue et la forme des réseaux excentriques sont ensuite déterminées numériquement, pour un plateau de dimensions données. »

M. E. **Cornalia** adresse, de Milan, une Lettre par laquelle il informe l'Académie que la Société italienne de Sciences naturelles vient de former une Commission chargée d'établir un service de *vedettes antiphylloxériques,* pour surveiller les vignobles et faire un Rapport au premier soupçon de la maladie.

La Commission s'occupant, dès maintenant, de recueillir toutes les publications et tous les documents qui pourront être de nature à l'éclairer sur l'état du fléau, il espère que l'Académie voudra bien lui accorder un exemplaire de ceux qui ont été effectués par ses soins.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Ramon de Luna**, M. A. **Bricka**, M. **Clerc**, M. **Demeyer**, M. **Rolin**, M. **Legris**, M. **Davis**, M. **d'Olincourt**, M. **Dalichoux** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. F. **Guy** soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de calendrier perpétuel.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. **Jaroch** adresse une Note relative à un cadran solaire.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. **W. Crookes** adresse une Note portant pour titre : « Déflexion magnétique des lignes de force moléculaire ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

M. **C. Husson** adresse une « Étude sur les falsifications de la bière ».

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, Pasteur.)

M. **G. Jäger** adresse deux Mémoires relatifs au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **E. Buchwalder** adresse une Note relative à l'application qui a été faite de l'appareil de M. Mouchot, pour faire fonctionner un appareil Carré produisant de la glace.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **E. Vicaire** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux Mémoires, sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les « Revues scientifiques publiées par le journal *la République française* », par M. *P. Bert*.

2° Les « Causeries scientifiques, année 1878 », par M. *H. de Parville*.

3° « L'Année scientifique et industrielle, 1878 » ; par M. *L. Figuier*.

M. **Sappey** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *P. Gervais*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie).

M. **M. Lévy**, M. **M. Deprez**, M. **F. Franck**, M. **E. Turpin**, M. **Perroy**, M. **E. Heckel**, M. **Gaugain**, M. **E. Bornet**, M. **St. Meunier**, M. **Valessie**,

M. **Paquelin**, M. E. **Reliquet**, M. A. **d'Hubert**, M. **Bérenger-Féraud**, M. A. **Favre**, M. E. **Reboul**, M. **Savorgnan de Brazza**, M. Ch. **Richet**, M. **Cauvet**, M. F. **Ardissone** adressent leurs remercîments pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (193), *découverte à l'Observatoire de Marseille par M.* **Coggia**, communiquées par M. Stéphan.

Dates. 1879.		Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observateur.
		h m s	h m s	° ′ ″			
Février..	28	15.28.44	11.29.31,37	84.58.43,0	$\bar{1}$,502	−0,751	Coggia.
Mars....	1	15. 7.38	11.28.26,31	84.57.18,0	$\bar{1}$,390	−0,749	»
	3	14.34.12	11.26.15,07	84.54. 5,4	$\bar{1}$,320	−0,746	»

» Position moyenne de l'étoile de comparaison commune aux trois observations pour 1879,0 :

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
	h m s	° ′ ″	
542 Weisse (A. C.) H. XI....	11.32.31,87	84.54.15,2	Cat. de W.

» La planète est de 12ᵉ-13ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Sur un nouveau télescope catadioptrique.* Note de MM. **Paul** et **Prosper Henry**, présentée par M. Mouchez.

« La question relative à la supériorité des lunettes sur les télescopes est souvent revenue en discussion et n'a pas été, jusqu'à présent, résolue d'une façon définitive.

» Théoriquement, en raison de leur achromatisme parfait, les télescopes à réflexion sembleraient devoir l'emporter en définition et en netteté sur les lunettes, avec lesquelles il paraît impossible, dans l'état actuel de la science, de supprimer l'aberration secondaire de réfrangibilité.

» En pratique cependant, il en est tout autrement : au point de vue de la puissance optique, les lunettes se sont toujours montrées supérieures aux réflecteurs. Cette anomalie, attribuée à des causes diverses, a vivement frappé tous les astronomes et a toujours été pour eux un sujet de préoccupation.

» Nous avons fait un grand nombre d'expériences dans le but de recon-

naître à quoi tenait cette infériorité des télescopes. Il résulte de nos recherches que le manque de netteté, ou plutôt l'instabilité des images produites par ces sortes d'instruments, tient presque uniquement à ce que des masses d'air de densités inégales, provenant du dehors, s'introduisent dans l'intérieur du tube, où elles séjournent en tourbillonnant. En traversant ce milieu hétérogène, les rayons incidents et les rayons réfléchis sont fortement troublés, et il n'arrive à l'œil de l'observateur qu'une image confuse.

» Cette cause de trouble a déjà été soupçonnée, et différents moyens ont été proposés pour y remédier. Ainsi, par exemple, on a pensé qu'en pratiquant des ouvertures vers la partie inférieure du tube du télescope il se produirait un équilibre de température plus complet entre l'air renfermé dans ce tube et l'air extérieur. En fait, dans de telles conditions, les images se sont toujours montrées plus confuses qu'auparavant.

» Un autre procédé, préférable selon nous, a été appliqué à différents instruments, notamment au télescope de M. Lassell et à celui de Melbourne : il consiste à supprimer pour ainsi dire le tube, en ne laissant de ce dernier que ce qui est absolument nécessaire pour relier d'une façon rigide le miroir objectif à l'oculaire. Cette disposition, néanmoins, n'est efficace qu'avec des temps très-calmes; par le vent le plus faible, les images paraissent agitées.

» Les télescopes ont un autre défaut grave, qui les rend assez incommodes et en restreint notablement l'emploi. Ce défaut provient de ce que la surface réfléchissante des miroirs, sous l'influence du contact de l'air, de l'humidité, des poussières, etc., se ternit rapidement. Il résulte de ces différentes causes d'altération une perte sensible de lumière, qui oblige à renouveler fréquemment le poli de la surface.

» Pour remédier à ces divers inconvénients, on est amené naturellement à placer le télescope dans les mêmes conditions que la lunette, c'est-à-dire à fermer hermétiquement son tube par une lentille de verre taillée de telle sorte qu'elle ne nuise en rien au pouvoir optique de l'instrument.

» Nous avons réalisé cette expérience de la façon suivante.

» A l'ouverture d'un télescope newtonien à miroir de verre argenté, de $0^{m},10$ de diamètre et de $0^{m},60$ de longueur focale, nous avons placé une lentille de crown-glass de même grandeur que le miroir et très-légèrement concave. Cette forme réunit plusieurs avantages : elle évite la double image, très-faible à la vérité, qui résulterait de l'interposition d'un verre plan; de plus, elle détruit l'aberration de réfrangibilité du microscope ocu-

laire, qui, dans notre instrument, n'est formé que de verres simples.

» Nous nous sommes assurés, par expérience, que cette modification apportée au télescope est absolument sans inconvénient. La perte de lumière qui résulte de l'addition de la lentille, qui peut être très-mince, est tout à fait négligeable, et comme cette dernière, ainsi que nous l'avons dit, est presque plane, elle n'exige pas un centrage rigoureux. Cette lentille et le miroir ont d'ailleurs été retouchés, par les procédés de L. Foucault, de façon à constituer un système optique complétement exempt d'aberration de sphéricité.

» Dirigé sur le ciel, cet instrument a donné des résultats remarquables. On a pu, à son aide, dédoubler constamment l'étoile σ^2 du Cancer, dont les deux composantes ne sont distantes que de $1'',5$; le Compagnon de Rigel était facilement visible, et l'image d'une étoile brillante s'est toujours montrée plus calme dans ce télescope que dans un autre de même ouverture, mais monté à la façon ordinaire.

» Nous construisons en ce moment, suivant le même principe, un télescope le plus grandes dimensions, du système Cassegrain. Dans cet instrument, le petit miroir convexe sera fixé directement à la surface intérieure de la lentille de crown; on évitera ainsi les rayons de diffraction, si gênants, qui résultent toujours de l'emploi des supports destinés à soutenir le miroir central. Quand ce nouvel appareil sera achevé, nous aurons l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats obtenus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration de la convergence d'une série double rencontrée par Lamé dans ses recherches de Physique mathématique.* Note de M. ESCARY.

« I. Pour arriver à la démonstration que nous avons en vue, nous commencerons par présenter une remarque concernant les fonctions Y_n de la *Mécanique céleste*. En introduisant, dans la forme sous laquelle Jacobi a mis ces fonctions célèbres (*Journal de M. Liouville*, 1re série, t. X, p. 229), l'expression

$$M^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}} = \frac{1.2.3.4\ldots m}{2^{n-m}1.2.3\ldots 2m.1.2.3\ldots n}\,\frac{d^{n+m}(\mu^2-1)^n}{d\mu^{n+m}},$$

qui est le coefficient de α^{n-m}, dans le développement de

$$(1-2\alpha\mu+\alpha^2)^{-\frac{2m+1}{2}},$$

ordonné suivant les puissances ascendantes de α, on peut écrire

$$\mathrm{Y}_n = \mathrm{M}^{(n)}_{-\frac{1}{2}} \mathrm{M}'^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2\sum_{m=1}^{m=n} \frac{(1.3.5\ldots 2m-1)^2}{n+m.n+m-1.n+m-2\ldots n-m+1} (1-\mu^2)^{\frac{m}{2}} (1-\mu'^2)^{\frac{m}{2}},$$

$$\mathrm{X} = \mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}} \mathrm{M}'^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}} \cos m(\varpi - \varpi').$$

» Or, on trouve immédiatement que l'un des facteurs $(1-\mu^2)^{\frac{m}{2}} \mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}}$ ou $(1-\mu'^2)^{\frac{m}{2}} \mathrm{M}'^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}}$ du terme général de cette fonction satisfait à l'équation différentielle linéaire et du second ordre

$$(\mu^2-1)^2 y'' - 2\mu(\mu^2-1) y' - [n(n+1)(\mu^2-1)+m^2] y = 0,$$

dont l'intégrale générale est

$$(1)\quad y = \mathrm{A}(1-\mu^2)^{\frac{m}{2}} \mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}} + \mathrm{B}(1-\mu^2)^{\frac{m}{2}} \mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}} \int \frac{d\mu}{\left(\mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}}\right)^2 (1-\mu^2)^{m+1}},$$

A et B étant deux constantes arbitraires.

» En ayant encore égard à l'équation différentielle

$$(1-\mu^2) y'' - 2(m+1)\mu y' + (n-m)(n+m+1) y = 0,$$

à laquelle satisfait le polynôme $\mathrm{M}^{(n-m)}_{-\frac{2m+1}{2}}$, on démontre facilement que l'intégrale (1) est une fonction uniforme tant que la variable indépendante μ reste comprise dans l'intérieur d'un cercle de rayon égal à l'unité. Le troisième facteur $\cos m(\varpi - \varpi')$ satisfait aussi, comme on le sait, à une équation aux différentielles ordinaires du second ordre.

» C'est en dégageant ces équations aux différentielles ordinaires de l'équation générale aux différences partielles du second ordre de la *Théorie analytique de la chaleur*, au moyen d'un heureux choix de variables et de la belle méthode d'intégration dont l'Analyse lui est redevable, que Lamé est arrivé à intégrer cette équation, dans les cas de la sphère et des divers ellipsoïdes.

» Sous cette forme, on voit, ce que l'on apercevait déjà du reste, que les différents termes dont la fonction Y_n est la somme, égalés à zéro, donnent des équations qui se décomposent : 1° en équations algébriques ayant toutes leurs racines réelles et égales à l'unité en valeur absolue; 2° en équations également algébriques ayant toutes leurs racines réelles,

inégales et comprises entre -1 et $+1$; 3° enfin, en équations transcendantes ayant un nombre infini de racines. Cette même forme des fonctions Y_n nous montre encore très-clairement que l'on a

$$\int_0^{2\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1} Y_n Y_\nu d\mu d\mu' d\varpi = 0,$$

pour ν différent de n. Cela se conclut au moyen de l'intégration par parties, sur chaque terme du produit $Y_n Y_\nu$ pris séparément. Pour $\nu = n$, on trouve aisément, en se servant de ce théorème et de la relation suivante :

$$n Y_n - (2n-1)\left[\mu\mu' + \sqrt{1-\mu^2}\sqrt{1-\mu'^2}\cos(\varpi - \varpi')\right] Y_{n-1} + (n-1) Y_{n-2} = 0,$$

entre trois fonctions consécutives

$$\int_0^{2\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1} Y_n^2 d\mu d\mu' d\varpi = \frac{8\pi}{2n+1}.$$

» II. Cela étant, considérons la série double

$$F(\psi, \mu) = \sum_{n=0}^{n=\infty}\sum_{l=0}^{l=n} \frac{\int_{-1}^{+1} P_l^{(n)}(\mu) P_l^{(n)}(\mu') d\mu' \int_{-\pi}^{+\pi} F(\psi', \mu')\cos l(\psi - \psi') d\psi'}{\omega_l p_l^{(n)}},$$

où l'on a nécessairement $n \leq l$ (Lamé, *Leçons sur les fonctions inverses*, etc., p. 241), et mettons à la place de $P_l^{(n)}$ et $p_l^{(n)}$ les valeurs, à savoir :

$$P_l^{(n)} = (1-\mu^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}},$$

et

$$p_l^{(n)} = 2\,\frac{2l+1}{2n+1}\,\frac{n+l.n+l-1.n+l-2\ldots 2l+1}{1.2.3.4\ldots n-l}\,\frac{2.4.6\ldots 2l}{3.5.7\ldots 2l+1} \text{ (1)},$$

et enfin π à la place de ω_l; le terme général de cette série s'écrit, après quelques réductions faciles,

$$T = \frac{2n+1}{4\pi}\,2\,\frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}\int_{-1}^{+1} P_l^{(n)}(\mu) P_l^{(n)}(\mu') d\mu'$$
$$\times \int_{-\pi}^{+\pi} F(\psi', \mu')\cos l(\psi - \psi') d\psi'.$$

En exécutant l'opération indiquée par le signe sommatoire $\sum_{l=0}^{l=n}$, et se rap-

(1) Voir mon Mémoire sur ces fonctions, *Journal de Mathématiques*, 3e série, t. V, p. 60.

pelant que pour $l = 0$, $\omega_0 = 2\pi$, on a

$$F(\psi, \mu) = \frac{1}{4\pi}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+1)$$
$$\times \int_{-1}^{+1}\int_{-\pi}^{+\pi}\left[M^{(n)}_{-\frac{1}{2}}M'^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2\sum_{l=1}^{l=n}\frac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}\right.$$
$$\left.\times(1-\mu^2)^{\frac{l}{2}}(1-\mu'^2)^{\frac{l}{2}}M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}M'^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}\right]$$
$$\times \cos l(\psi-\psi')F(\psi', \mu')\,d\mu'\,d\psi',$$

ou bien

$$F(\psi, \mu) = \frac{1}{4\pi}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+1)\int_0^\pi \sin\theta'\,d\theta'\int_{-\pi}^{+\pi} Y_n F(\theta', \psi')\,d\psi',$$

série dont la convergence a été établie par plusieurs géomètres, et notamment par Dirichlet, qui y est parvenu au moyen d'une analyse extrêmement belle.

» On voit sans peine que la fonction V de la température se trouve exprimée par cette même série, dans laquelle il entre en outre, sous le signe sommatoire, le facteur $\left(\frac{\rho}{r}\right)^n$, qui en augmente encore la convergence.

» Ainsi se trouve justifié l'usage, en Analyse, des séries introduites par Lamé dans la *Théorie analytique de la chaleur et dans celle de l'élasticité*, à l'occasion des problèmes de la sphère, lors de l'homogénéité et de l'état stationnaire ou indépendant du temps. On peut observer que, dans ces deux genres de problèmes, les séries qui donnent la température ou l'état vibrant stationnaire offrent la plus grande analogie avec celle au moyen de laquelle Laplace détermine, dans le Livre III de la *Mécanique céleste,* les attractions des sphéroïdes peu différents de la sphère. Enfin, nous avons atteint le but que nous nous étions proposé, et nous sommes arrivé à établir directement, c'est-à-dire au moyen des éléments analytiques mêmes qui la composent, la convergence d'une série double, susceptible d'une extension de la plus haute importance, et de laquelle M. Liouville a tiré des résultats extrêmement remarquables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation différentielle.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente (p. 415 de ce volume), j'ai obtenu l'équation différentielle

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{3y(y+1)-4x}{8y-1},$$

qui se transforme en elle-même par une infinité de substitutions rationnelles. C'est l'étude de la fonction doublement périodique g_m

$$(2)\qquad g_m = H(mz)H(z)^{\frac{m^2-4}{3}}H(2z)^{-\frac{m^2-1}{3}}$$

qui conduit à l'équation (1). Cette équation s'intègre, en effet, par les formules

$$(3)\qquad x = g_3^3 = \frac{H^3(3z)H^5(z)}{H^8(2z)},\quad y = g_4 = \frac{H(4z)H^4(z)}{H^5(2z)},$$

où z est une variable auxiliaire; le module est la constante d'intégration. Je me propose d'intégrer algébriquement cette même équation, en éliminant z. Pour y parvenir, j'indique quelques nouvelles propriétés des fonctions g_m.

» On peut, sans changer g_m, mettre dans (2), au lieu de la fonction H, la fonction Al_1 de M. Weierstrass, puis écrire

$$g_m = \frac{Al_1(mz)}{Al^{m^2}(z)}\left[\frac{Al_1(z)}{Al(z)}\right]^{\frac{m^2-4}{3}}\left[\frac{Al^4(z)}{Al_1(2z)}\right]^{\frac{m^2-1}{3}}.$$

Faisons maintenant usage des équations connues

$$\frac{Al_1(2n+1)z}{Al^{(2n+1)^2}(z)} = \operatorname{Sn} z\, F_n(\operatorname{Sn}^2 z),\quad \frac{Al_1(2nz)}{Al^{4n^2}(z)} = \operatorname{Sn} z \operatorname{Cn} z \operatorname{dn} z\, \Phi_n(\operatorname{Sn}^2 z),$$

dans lesquelles F_n et Φ_n sont des polynômes entiers, dont les premiers sont $F_1 = 1$, $\Phi_1 = 2$. Il vient

$$(4)\qquad F_n = g_{2n+1}(2\operatorname{Cn} z \operatorname{dn} z)^{4\frac{n(n+1)}{3}},\quad \Phi_n = 2g_{2n}(2\operatorname{Cn} z \operatorname{dn} z)^{4\frac{n^2-1}{3}};$$

et l'on voit que le calcul des polynômes g_m peut servir à celui des polynômes F_n et Φ_n, si importants pour la multiplication des fonctions elliptiques. Sans m'arrêter à ce point, je prends les expressions de F_2 et Φ_2, et

posant $\mathrm{Sn}^2 z = u$, j'obtiens comme cas particulier de (4) ces expressions de x, y

$$(5)\quad \begin{cases} x = \dfrac{[4(1-k^2u)(1-u)-(1-k^2u^2)^2]^3}{2^6(1-k^2u)^4(1-u)^4}, \\[2ex] y = \dfrac{(1-k^2u^2)(1-2u+k^2u^2)(1-2k^2u+k^2u^2)}{2^3(1-k^2u)^2(1-u)^2}. \end{cases}$$

» Voici donc l'équation (1) intégrée sous une nouvelle forme : u est une variable auxiliaire, k^2 la constante d'intégration. L'intégrale générale est algébrique et résulte de l'élimination de u entre les équations (5). Au moyen de quelques artifices on peut effectuer cette élimination. A cause de la forme de l'équation (1), l'équation finale sera $f(x, y) = \varphi(k^2)$, les fonctions f et φ étant rationnelles et à coefficients purement numériques. Deux intégrales particulières suffiront donc à déterminer f. L'intégrale générale est du douzième degré; mais deux cas d'abaissement s'offrent immédiatement. Le premier a lieu pour $k = 0$. D'après les formules (5), on voit qu'alors l'équation se réduit au quatrième degré. Une élimination très-simple conduit à cette intégrale particulière

$$(6)\qquad P = (32x + 8y^2 - 20y - 1)^2 + (8y - 1)^3 = 0.$$

C'est la relation qui lie x et y quand on remplace la fonction H *par la fonction sinus*. En outre, si l'on fait varier k d'une manière continue jusqu'à zéro, on reconnaît que le premier membre de l'équation résultant de (5) se réduit à $x^8 P$, pour $k = 0$.

» Le second cas d'abaissement a lieu pour $k = \sqrt{-1}$. Les expressions (5) ne contiennent plus que des puissances paires de u; le premier membre de l'équation finale se réduit au carré d'un polynôme R du sixième degré, et l'on a cette intégrale particulière

$$(7)\quad R = 64x^3 + 24(2y^2 - 2y + 5)x^2 + 6(y+1)^3(y-2)x + (y+1)^6 = 0.$$

C'est la relation qui lie x et y quand le module est $\sqrt{-1}$. Mais il existe un troisième cas d'abaissement plus intéressant, dont l'existence tient à une propriété spéciale des fonctions g_m. Si l'on met en évidence l'argument et le module, on a identiquement

$$g_m(z, k) = g_m\left(kz, \frac{1}{k}\right) = g_m(iz, k'),$$

comme cela résulte des propriétés de la fonction Al_1. En conséquence, ainsi qu'on peut d'ailleurs le reconnaître dans (5), x et y restent inaltérés

si, au couple k^2, u, on substitue l'un des suivants :

$$(k^2, u), \quad \left(\frac{1}{k^2}, k^2 u\right), \quad \left(1 - k^2, \frac{u}{u-1}\right), \quad \left[\frac{1}{1-k^2}, \frac{(1-k^2)u}{u-1}\right],$$
$$\left(\frac{k^2-1}{k^2}, \frac{k^2 u}{k^2 u - 1}\right), \quad \left[\frac{k^2}{k^2-1}, \frac{(k^2-1)u}{k^2 u - 1}\right].$$

» Si donc k^2 est une des racines de $\omega^2 - \omega + 1 = 0$, trois valeurs différentes de u font acquérir à x et à y un même système de valeurs. Par suite, x, y sont des fonctions entières de la quantité v suivante :

$$v = \frac{(u + \omega - 2)^3}{(1 - \omega u)(1 - u)}.$$

Il en résulte que le premier membre de l'équation finale se réduit au cube d'un polynôme Q du quatrième degré. Effectivement on a, pour ce cas,

$$x = -\frac{1}{2^8} v (v - 8\omega + 4)^3, \quad y = \frac{1}{2^3}[(v + 2\omega - 4)^2 + 4],$$

$$(8) \qquad Q = 16x^2 + 8x(y+1)(y-2) + (y+1)^4 = 0.$$

C'est la relation qui lie x et y quand le module vérifie la relation $k^4 - k^2 + 1 = 0$. Si l'on substitue dans Q, à x et y, les expressions (5), le facteur $(k^4 - k^2 + 1)$ apparaîtra dans le résultat. Nous allons avoir besoin de connaître l'exposant de ce facteur. Le moyen le plus rapide est de développer x, y, et ensuite Q, suivant les puissances croissantes de u. Il vient ainsi

$$\frac{2^8}{3^3} x = 1 - \frac{2}{3}(k^4 - k^2 + 1)u^2 + \ldots, \quad 2^3 y = 1 - (k^4 - k^2 + 1)u^2 + \ldots,$$
$$Q = \frac{261}{2^8}(k^4 - k^2 + 1)u^2 + \ldots.$$

Donc Q contient simplement le facteur $(k^4 - k^2 + 1)$. Achevons maintenant l'intégration. D'après les intégrales particulières (7) et (8), on obtient une forme de l'intégrale générale en égalant le quotient $R^2 : Q^3$ à une fonction rationnelle de k^2. Mais, en vertu de la propriété reconnue précédemment, cette fonction rationnelle de k^2 se réduira à une fonction rationnelle de la quantité h suivante :

$$h = \frac{(k^2-2)^2(k^2+1)^2(2k^2-1)^2}{(k^4-k^2+1)^3}.$$

Puisque Q contient simplement le facteur $(k^4 - k^2 + 1)$, la fonction sera linéaire en h; et, comme $R = 0$ correspond au cas de $k^2 + 1 = 0$, cette fonction sera simplement ch. Enfin, pour $k = 0$, $R^2 - chQ^3$ doit se réduire

à x^3P, et, par suite, ch à l'unité. Donc c est égal à $\frac{1}{4}$. En conséquence, *l'intégrale générale de* (1), *ou la relation qui lie les fonctions* x, y, *peut s'écrire sous l'une quelconque des trois formes comprises dans les équations*

$$\frac{R^2}{(k^2-2)^2(k^2+1)^2(2k^2-1)^2}=\frac{Q^3}{4(k^4-k^2+1)^3}=-\frac{x^3P}{k^4(k^2-1)^2},$$

dans lesquelles P, Q, R *désignent les polynômes* (6), (7), (8). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des racines imaginaires des équations algébriques* (siute et fin). Extrait d'une Lettre de M. **J. Farkas** à M. Yvon Villarceau.

« En connaissant la connexion qui subsiste entre les racines de l'équation donnée et les racines simultanées des équations de vos systèmes [*Comptes rendus*, séance du 10 juin 1878 (¹)], on pourra calculer aussi, à l'aide des fonctions symétriques, soit l'équation des modules, soit l'équation des arguments.

Si $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_m$ sont les racines de l'équation donnée, et si l'on pose

$$\sigma_r=\varepsilon_1^r+\varepsilon_2^r+\ldots+\varepsilon_m^r,$$
$$\begin{aligned}s_r=(\varepsilon_1\varepsilon_2)^r+(\varepsilon_1\varepsilon_3)^r+\ldots+(\varepsilon_1\varepsilon_m)^r\\+(\varepsilon_2\varepsilon_3)^r+\ldots+(\varepsilon_2\varepsilon_m)^r\\\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\+(\varepsilon_{m-1}\varepsilon_m)^r;\end{aligned}$$

comme

$$s_r=\frac{1}{2}(\sigma_r^2-\sigma_{2r})$$

et que les termes de la somme s_1 sont les racines de l'équation des modules, il est très-simple de calculer les coefficients de l'équation des modules, sans avoir besoin d'un système d'équations. Mais le degré absolu du déterminant D_s n'étant que $m-1$, puis la forme de ce déterminant étant assez particulière, le développement du déterminant D_s exigera toujours moins de temps et de peine que l'emploi des fonctions symétriques.

» Quant aux équations des arguments, la chose est différente. Quoique l'un et l'autre (m pair et m impair) des déterminants des arguments possèdent la même particularité de forme que le déterminant des modules,

(¹) Voir *Comptes rendus*, séances du 23 décembre 1878 et du 10 février 1879.

comme le degré de ces déterminants est proportionnellement élevé ($2m$), puis, comme, hors du développement de ces déterminants, il faut encore que l'on développe les fonctions circulaires des arguments multiples en cosinus des arguments doubles, ici l'emploi des fonctions symétriques sera très-convenable.

» Conformément à cette exigence, la proposition est la suivante :

» *Étant donnés les coefficients de l'équation dont les racines sont*

$$\varepsilon_1 = \rho_1 e^{\theta_1\sqrt{-1}}, \quad \varepsilon_2 = \rho_2 e^{\theta_2\sqrt{-1}}, \quad \ldots, \quad \varepsilon_m = \rho_m e^{\theta_m\sqrt{-1}},$$

il faut que l'on trouve les coefficients de l'équation du $\frac{m(m-1)}{2}$ième *degré, dont les racines sont représentées par*

$$\cos 2\theta = \frac{\rho_k^2 + \rho_h^2}{2\rho_k\rho_h}\cos(\theta_k - \theta_h) + \sqrt{-1}\,\frac{\rho_k^2 - \rho_h^2}{2\rho_k\rho_h}\sin(\theta_k - \theta_h) = \frac{1}{2}\eta_{k,h}$$

ou bien par

$$\theta = \frac{\theta_k - \theta_h}{2} - \sqrt{-1}\,\frac{\log\rho_k - \log\rho_h}{2},$$

où les indices k et h ne peuvent pas être égaux.

» Si l'on fait

$$2\Sigma_r = \left\{\begin{array}{l} \quad\;\; 0 + \eta_{1,2}^r + \eta_{1,3}^r + \eta_{1,4}^r + \ldots + \eta_{1,m-1}^r + \eta_{1,m}^r \\ + \eta_{2,1}^r + \;0\; + \eta_{2,3}^r + \eta_{2,4}^r + \ldots + \eta_{2,m-1}^r + \eta_{2,m}^r \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ + \eta_{m,1}^r + \eta_{m,2}^r + \eta_{m,3}^r + \eta_{m,4}^r + \ldots + \eta_{m,m-1}^r + 0, \end{array}\right.$$

puisque $\eta_{k,h}$ est égal à $\eta_{h,k}$, la demi-somme Σ_r n'est autre chose que la somme des $r^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de l'équation cherchée pour $2\cos 2\theta$. Or on a aussi, pour valeur de $\eta_{k,h}$,

$$\eta_{k,h} = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_h} + \frac{\varepsilon_h}{\varepsilon_k}.$$

Alors, en posant

$$\begin{array}{rl} S_t = & \quad 0 + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_4}\right)^t + \cdots + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_{m-1}}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_m}\right)^t \\ & + \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\right)^t + \;0\; + \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_3}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_4}\right)^t + \cdots + \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_{m-1}}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_m}\right)^t \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & + \left(\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_1}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_2}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_3}\right)^t + \left(\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_4}\right)^t + \cdots + \left(\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_{m-1}}\right)^t + 0. \end{array}$$

le développement des puissances des binômes $\eta_{k,h}$ donne aisément

$$\Sigma_r = S_r + \binom{r}{1} S_{r-2} + \binom{r}{2} S_{r-4} + \cdots + \binom{r}{\frac{r-1}{2}} S_1 \qquad (r \text{ impair}),$$

$$\Sigma_r = S_r + \binom{r}{1} S_{r-2} + \binom{r}{2} S_{r-4} + \cdots + \binom{r}{\frac{r}{2}-1} S_2 + \binom{r-1}{\frac{r}{2}-1} S_0 \quad (r \text{ pair}).$$

» Maintenant, si

$$\varepsilon_1^t + \varepsilon_2^t + \ldots + \varepsilon_m^t = \sigma_t, \quad \frac{1}{\varepsilon_1^t} + \frac{1}{\varepsilon_2^t} + \cdots + \frac{1}{\varepsilon_m^t} = \sigma_{-t},$$

on a

$$S_t = \sigma_t \sigma_{-t} - m.$$

Ainsi

$$\Sigma_r = \sigma_r \sigma_{-r} + \binom{r}{1} \sigma_{r-2} \sigma_{2-r} + \binom{r}{2} \sigma_{r-4} \sigma_{4-r} + \cdots$$
$$+ \binom{r}{\frac{r-1}{2}} \sigma_1 \sigma_{-1} - m 2^r, \qquad (m \text{ impair}),$$

$$\Sigma_r = \sigma_r \sigma_{-r} + \binom{r}{1} \sigma_{r-2} \sigma_{2-r} + \binom{r}{2} \sigma_{r-4} \sigma_{4-r} + \cdots$$
$$+ \binom{r}{\frac{r}{2}-1} \sigma_2 \sigma_{-2} + m \left[m \binom{r-1}{\frac{r}{2}-1} - 2^r \right] \quad (m \text{ pair}).$$

» On calculera donc les valeurs des quantités

$$\sigma_1, \ \sigma_2, \ \ldots, \ \sigma_{\frac{m(m-1)}{2}} \quad \text{et} \quad \sigma_{-1}, \ \sigma_{-2}, \ \ldots, \ \sigma_{-\frac{m(m-1)}{2}},$$

puis les valeurs des sommes

$$\Sigma_1, \ \Sigma_2, \ \ldots, \ \Sigma_{\frac{m(m-1)}{2}},$$

et enfin, au moyen de ces sommes, les valeurs des coefficients T de l'équation des arguments

$$(2\cos 2\theta)^{\frac{m(m-1)}{2}} + T_1 (2\cos 2\theta)^{\frac{m(m-1)}{2}-1} + \ldots$$
$$+ T_{\frac{m(m-1)}{2}-1} (2\cos 2\theta) + T_{\frac{m(m-1)}{2}} = 0. \text{»}$$

GÉODÉSIE. — *Sur un système de signaux de feu permettant la détermination des différences de longitude entre les diverses stations non reliées électriquement, d'une triangulation de parallèle ou de méridien.* Note de M. E. LIAIS, transmise par l'empereur Don Pedro d'Alcantara. (Extrait.)

« Rarement les sommets des triangles d'une opération de grande Géodésie se trouvent reliés électriquement, et l'emploi de fils développés sur le terrain, comme ceux de la télégraphie militaire, présente les plus grands obstacles lorsqu'il s'agit de traverser des forêts, du genre surtout de celles des régions tropicales. Pour la mesure du parallèle et du méridien du Brésil, il était donc indispensable de trouver un procédé plus facile. Sur la direction méridienne, la combinaison des azimuts et latitudes des stations fait connaître facilement les différences de longitude, et, même en accompagnant un parallèle, la même combinaison employée sur une ligne brisée peut encore conduire au même résultat; mais les longitudes ainsi obtenues sont géodésiques et peuvent, à cause des déviations de la verticale, différer de celles qu'on obtiendrait astronomiquement avec l'électricité. C'est, du reste, la comparaison des longitudes astronomiques et géodésiques obtenues par les deux procédés qui, seule, peut renseigner sur les déviations de la verticale dans le sens des longitudes. Par conséquent, la détermination géodésique, loin de diminuer l'importance de la détermination directe astronomique, ne fait qu'augmenter l'intérêt de cette dernière.

» Avec le système des signaux de feu employés jusqu'ici, il est impossible d'obtenir des longitudes astronomiques parfaites entre deux stations d'une chaîne de triangles, même en notant ces signaux avec des chronographes aux deux stations, ce qui déjà néanmoins perfectionnerait le système ancien des signaux de feu. En effet, tout phénomène non rhythmé, et que l'on voit une seule fois, donne encore lieu, dans l'enregistrement chronographique, à des équations personnelles assez fortes et variables.

» Une expérience que j'ai faite et fait répéter à l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro, une fois entre autres en présence de S. M. l'empereur du Brésil, montre qu'il n'en est plus de même si les signaux sont rhythmés. J'ai fait placer dans une chambre éloignée, où l'on n'entendait pas le battement de l'horloge, un galvanomètre Thomson à point de lumière mobile, et je lui ai fait battre la seconde par l'horloge électrique. Le même courant, en se bifurquant, faisait battre également la seconde à l'une des pointes du chronographe enregistreur situé dans la salle où était l'hor

loge et non l'observateur, de sorte que ce battement n'était pas entendu par ce dernier; mais néanmoins, par cette disposition, il y avait coïncidence parfaite entre les battements du chronographe et du galvanomètre Thomson, d'autant plus que l'intensité des deux dérivations était réglée dans le rapport des retards à peu près insensibles des deux appareils, lesquels du reste n'atteignaient pas l'un et l'autre $\frac{1}{100}$ de seconde. Une touche à la disposition de l'observateur pouvait faire battre la seconde pointe du chronographe. Les choses ainsi disposées, l'observateur battait la seconde sur la touche, en réglant le rhythme sur la seconde qu'il voyait marquée par le point mobile de lumière, et dont l'instant précis était déterminé par le passage du point lumineux sur le zéro de l'échelle du galvanometre. Or, pour tous les observateurs exercés, sauf un peu d'incertitude dans les deux ou trois premiers coups, quand ils ne prennent pas le rhythme avant de commencer à frapper, il est impossible de distinguer sur le chronographe aucun retard dans le battement de la seconde pointe par rapport à la première, les choses s'étant passées exactement de la même manière, soit que le courant fût renvoyé sur cette seconde pointe par un relais substitué au galvanomètre Thomson et commandé par l'horloge, soit que ce fût l'observateur qui frappât d'après les observations visuelles à l'aide de ce galvanomètre.

» Cette expérience montre : 1° que, dans les observations visuelles non rhythmées, il y a de l'hésitation et de l'équation personnelle; 2° qu'après que la pensée n'a plus à intervenir pour déterminer le battement du rhythme, qui une fois saisi se continue, pour ainsi dire, d'une manière réflexe et involontaire comme dans tous nos actes habituels suivis, il n'y a aucun retard appréciable entre la sensation visuelle et le mouvement du doigt, ce qui, du reste, a lieu également dans les mêmes limites de moins de $\frac{1}{100}$ de seconde pour les sensations auditives, puisque tous les astronomes ont pu remarquer qu'on frappe aisément sur une touche en coïncidence avec le battement de l'horloge de manière à n'entendre qu'un coup, et puisqu'on sait qu'une différence de $\frac{1}{100}$ de seconde entre les battements de deux horloges est perceptible, comme on le reconnaît aisément en plaçant l'une près de l'autre deux horloges de marches différentes, dont les coups ne se confondent que chaque fois qu'il y a moins de $\frac{1}{100}$ de seconde entre eux; 3° que les expériences physiologiques, pour déterminer la durée de la transmission des sensations par les nerfs, ne doivent se faire qu'avec des sensations rhythmées, sans quoi les résultats sont faussés par la durée nécessaire dans les centres encéphaliques pour une détermi-

nation volontaire, durée incomparablement plus grande que la première, laquelle, si elle n'est pas rigoureusement nulle, approche beaucoup de l'être et tombe dans les limites d'incertitude des appareils; 4° enfin, pour la question spéciale qui fait l'objet de cette Note, les signaux de feu doivent être rhythmés et commandés par l'horloge à chaque station et reçus à l'autre par une inscription chronographique. De cette façon, il n'y a aucune équation personnelle variable à redouter, tous les observateurs notant de même.

» Comme on le voit donc, la question se réduit à faire battre la seconde à un écran percé d'un trou, de façon à déterminer une apparition instantanée du feu à chaque seconde, ce qui est facile à obtenir par un électro-aimant commandé par l'horloge.

» A la station de réception, on peut regarder le signal avec une lunette, surtout s'il est très-éloigné, et l'on peut alors, ou enregistrer par le chronographe, ou mieux encore comparer directement les horloges des deux stations par la méthode des coïncidences, en faisant battre la seconde par l'horloge de la station à un électro-aimant agissant sur un obturateur percé d'un trou et passant rapidement soit devant l'objectif, soit au foyer même de la lunette. Dans ce cas, on ne verra le feu que quand les horloges des deux stations seront en coïncidence, et, si elles sont réglées à des marches différentes, il suffira de noter les numéros des secondes de ces coïncidences pour en déduire la comparaison des deux horloges avec l'exactitude du centième de seconde et même au delà si l'on veut, suivant les rapports de marche des deux horloges. Je me propose, du reste, d'employer simultanément les deux procédés, dont le dernier est indépendant complétement de tout retard possible dans la transmission des sensations à l'encéphale et provenant des nerfs, retard du reste négligeable pour les sensations rhythmées, comme je viens de le dire. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution de la chaleur à la surface du Soleil. Résultats de la première série des observations faites à l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro.* Note de MM. **L. Cruls** et **J.-O. La Caille**, transmise par l'empereur Don Pedro d'Alcantara.

« Ces observations ont été faites avec la lunette de l'équatorial, d'une ouverture libre de 25 centimètres. L'image solaire, obtenue par un grossissement de 240 fois, était projetée sur un écran solidaire avec la lunette et

percé en son centre d'une ouverture, située sur le prolongement de l'axe optique, destinée à recevoir l'un des pôles d'une pile thermo-électrique de Melloni, d'une très-grande sensibilité. Le mouvement d'horlogerie, commandant à la fois la lunette et l'appareil de projection, y compris la pile, permettait d'amener au centre même de l'écran le point du disque solaire dont on voulait déterminer la radiation. Il en résultait que les rayons calorifiques traversaient l'oculaire suivant une direction constamment la même, ce qui rendait comparables entre elles toutes les observations, en évitant des absorptions, variables avec les divers points de l'oculaire.

» La pile était reliée à un galvanomètre placé à l'abri de toute trépidation. On avait, en outre, pris la précaution de disposer des étoffes noires, afin d'éviter l'action perturbatrice de tout rayonnement étranger. Il convient également de noter que ces observations ont toutes été faites dans le voisinage immédiat du zénith, du 9 au 24 janvier 1878, c'est-à-dire vers l'époque du minimum des taches.

» L'ouverture centrale était munie d'un obturateur qui permettait de découvrir le pôle de la pile au moment de l'observation. On notait successivement les lectures du galvanomètre, en exposant l'un après l'autre les deux pôles de la pile, et leur moyenne était la radiation du point observé. Le nombre total des lectures a été de neuf cent cinquante-deux, qui ont été fournies par l'observation de plus de cent soixante-dix points divers du disque solaire, dont la radiation résulte de deux ou trois doubles lectures. Pour faciliter la discussion de l'ensemble de cette série d'observations héliothermiques, et mettre mieux en evidence les lois suivant lesquelles a lieu la distribution de la chaleur à la surface du Soleil, voici ce que l'on a fait. Sur un cercle tracé à une échelle convenable, on a porté, par leurs coordonnées héliocentriques, les cent soixante-dix points soumis à l'observation, et l'on y a inscrit les rapports des radiations à celle du centre prise pour unité. On a ensuite groupé ces radiations de diverses manières et combiné leurs moyennes, afin de bien établir les principaux résultats et les rendre comparables à ceux qu'a obtenus l'illustre et regretté P. Secchi.

» Afin de comparer entre elles les radiations moyennes des deux hémisphères boréal et austral, on a divisé le disque en zones concentriques, occupant en largeur le dixième du rayon, et l'on a pris ensuite les moyennes des radiations dans chacune des dix demi-zones boréales, ainsi que des dix demi-zones australes, ce qui a donné deux séries de dix valeurs. Ces valeurs ont permis de tracer deux courbes, dont les abscisses sont représentées par les rayons des zones et les ordonnées par les radiations moyennes. Ces deux

courbes représentent ainsi la radiation dans chacun des hémisphères. L'examen de ces deux courbes montre que la courbe australe se maintient constamment *au-dessous* de la courbe boréale.

» On a écarté à dessein la zone intérieure et la zone extérieure, la première à cause de la présence de l'équateur solaire, qui s'y projette du côté du nord, ce qui a pour effet de rendre encore plus sensible la différence entre les radiations des deux hémisphères; mais comme, à d'autres époques de l'année, l'équateur se projette du côté opposé, il est préférable d'éliminer cette zone du calcul. Quant à la zone extérieure, les radiations y présentent des différences peu sensibles d'un hémisphère à l'autre. Nous résumons dans le tableau ci-dessous les radiations moyennes par zone, ainsi que les coefficients par lesquels il faudrait multiplier les radiations boréales pour obtenir les radiations australes. Les faibles différences qui existent entre ces coefficients sont remarquables. On suppose toujours la radiation centrale égale à 100.

Rayon de la zone.	Radiations australes.	Radiations boréales.	Coefficients.
0,2.	80,0	97,5	0,82
0,3........	63,9	91,7	0,69
0,4........	60,7	88,8	0,79
0,5........	57,6	82,3	0,70
0,6........	55,1	77,4	0,79
0,7........	52,1	67,7	0,78
0,8........	47,6	64,2	0,74
0,9........	39,9	50,5	0,79
		Moyenne.........	0,75

» Pour comparer la distribution de la chaleur le long des diamètres N.-S. et E.-O., on a pris les moyennes des radiations des points pris deux à deux et équidistants de part et d'autre du centre le long de chacun de ces diamètres, de façon à éliminer toute influence provenant de l'inégale radiation des hémisphères. De cette manière, on a obtenu une série de valeurs exprimant la loi de variation des radiations calorifiques, en allant du centre au bord suivant le rayon équatorial, et une autre suivant le rayon polaire. Les valeurs du diamètre équatorial sont sensiblement supérieures à celles du diamètre polaire. Leur plus grand éclat correspond aux $\frac{2}{5}$ du rayon à partir du centre; la différence y est d'environ $\frac{1}{8}$.

» Nous avons déterminé, en outre, la fraction des rayons de chaleur qui passent dans l'épaisseur normale au centre: elle a été trouvée égale aux $\frac{56}{100}$ de la radiation qui aurait lieu sans atmosphère.

» Nous avons ensuite pu chercher quelle est la radiation absolue pour tout le disque, en exprimant par 1 la radiation totale sans atmosphère. On a trouvé ainsi que la radiation était égale à $\frac{22}{100}$, c'est-à-dire qu'il y a absorption des $\frac{78}{100}$.

» En résumé, cette première partie de nos observations confirme complétement les résultats obtenus par le P. Secchi, avec lesquels cependant les nôtres présentent quelques divergences quant à la valeur absolue des radiations. »

MÉCANIQUE. — *Détermination de la valeur approchée d'un coefficient relatif à la viscosité de l'eau.* Note de M. L. GEOFFROY, présentée par M. Tresca.

« Les premières études faites sur le sujet qui fait l'objet de notre Mémoire sont dues à Navier. Il admet que, dans le mouvement des fluides par filets parallèles, la résistance qu'éprouve un filet par adhérence avec un filet voisin est proportionnelle à la vitesse relative de ces deux filets. M. Sonnet, élargissant l'hypothèse de Navier, a pris comme expression de cette action mutuelle une fonction de la vitesse relative développée suivant les puissances croissantes de la variable, et, se fondant sur les expériences de Dubuat et de Couplet, il a proposé l'adoption de certains coefficients (*Comptes rendus*, 1845). Les expériences citées par M. Sonnet ont été faites sur des canaux d'une très-faible dimension, dans lesquels la vitesse moyenne ne dépassait la vitesse à la paroi que de $0^m,00054$. Depuis cette époque, Darcy, M. Bazin et Baumgarten ont recueilli expérimentalement des faits importants. Leurs expériences, faites sur des canaux d'une très-grande dimension, ont servi de base à nos calculs. Nous étudions d'abord le mouvement de l'eau dans les canaux découverts, rectangulaires, de largeur indéfinie, dont nous supposons le fond parfaitement lisse. La paroi du fond ne crée alors, mais dans cette hypothèse seulement, aucune onde qui puisse contrarier le mouvement par filets parallèles.

» Dans ces conditions, la résistance propre du fond contribue à fixer le régime du cours d'eau, mais n'influe pas sur la loi de la diminution des vitesses, d'un filet à un filet voisin.

» Nous adoptons l'hypothèse de Navier, qui, dans notre pensée, est plus conforme aux faits que toute autre, et qui paraît être confirmée à nouveau par les résultats de nos calculs.

» Dans un canal de largeur indéfinie, l'influence des parois latérales est nulle, et tous les filets, à la même profondeur, ont la même vitesse.

» Nous avons, pour un filet quelconque, situé à la profondeur y au-dessous du plan dans lequel les filets ont la vitesse maximum V,

$$-a\frac{dv}{dy} = \mathrm{I}y.$$

» Dans l'équation d'équilibre dynamique de ce filet, a représente le coefficient de viscosité de l'eau pour une étendue de surface de contact égale à l'unité, v la vitesse du filet considéré, I la pente du canal.

» Cette équation, intégrée, nous montre que les vitesses, aux différents points d'une même perpendiculaire au lit, varient comme les ordonnées d'une parabole dont l'axe serait parallèle à la surface du lit. Cette loi, admise par M. Sonnet, a été confirmée par les expériences de M. Desfontaines sur le Rhin. Nos calculs la confirment également.

» Nous appliquons ensuite la même hypothèse au mouvement de l'eau dans un canal rectangulaire à régime constant, et nous établissons l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dx^2} = -\frac{\mathrm{I}}{a},$$

en prenant un point du filet de vitesse maximum pour origine, les axes étant, l'un perpendiculaire au fond, l'autre perpendiculaire aux parois latérales.

» Nous adoptons l'intégrale particulière

$$v = \mathrm{V} - \frac{\mathrm{I}}{4a}\left[(2-m)y^2 + mx^2\right],$$

et nous avons constaté, en nous fondant sur les expériences citées plus haut, que cette équation suffit pour représenter, aussi exactement que la question le comporte, la loi du mouvement.

Le coefficient m dépend de la nature de la section; nous croyons qu'on peut le représenter, dans la plupart des cas, par $\frac{2\mathrm{H}}{\mathrm{H}+2\mathrm{L}}$, H étant la profondeur de l'eau et L la demi-largeur du canal.

» Dans ces conditions, les courbes d'égale vitesse dans une section droite du canal seraient des ellipses semblables, concentriques au filet de vitesse maximum.

» Nos calculs, fondés sur les principes théoriques que nous venons

d'exposer brièvement, ont porté sur les quatre-vingt-deux expériences de Darcy et sur celles de Baumgarten; nous n'avons toutefois interprété que les résultats fournis par celles de ces expériences où la nature de la paroi nous permettait de déterminer avec de plus grandes garanties le coefficient de viscosité. Nous avons fait un premier calcul approché, en négligeant l'influence des parois latérales, dans le cas d'un canal de largeur suffisante; nous avons montré ensuite le degré d'importance de la correction à introduire.

» De l'ensemble de ces calculs nous avons déduit la valeur approchée $a = 0{,}000\,25$ du coefficient de viscosité de l'eau. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles expériences sur les téléphones sans diaphragme.* Note de M. **Ader**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Les idées émises par M. Th. du Moncel dans son Mémoire du 4 mars 1878, sur l'origine des sons reproduits dans le téléphone, et les assertions contradictoires des différents physiciens à l'égard de la transmission de la parole par les téléphones ordinaires dépourvus de diaphragme, m'ont fait entreprendre une série de recherches qui, non-seulement ont démontré la vérité de l'opinion soutenue par M. du Moncel, mais ont mis au jour des effets nouveaux qui peuvent avoir une certaine importance dans la science de l'Acoustique.

» Je suis, en effet, parvenu non-seulement à faire parler un téléphone sans diaphragme, mais encore à le faire parler plus haut et avec moins d'altération de la voix qu'un téléphone ordinaire de petit modèle; on ne pourra donc plus dire que les sons produits par les noyaux magnétiques sont tellement faibles qu'ils n'entrent pour presque rien dans les effets produits, et qu'ils sont, dans tous les cas, dans l'impossibilité de reproduire les sons articulés.

» Pour obtenir ce résultat, j'ai réduit les dimensions du noyau magnétique à celles d'un simple fil de fer de 1 millimètre de diamètre, et je l'ai fixé par l'un de ses bouts à une planchette de bois. Dans ces conditions, il suffit d'adapter à ce fil de fer une petite hélice de fil fin, pour que, en plaçant la planche contre l'oreille, on puisse entendre distinctement la parole sous l'influence d'un courant voltaïque actionné par un parleur microphonique. Mais *les sons augmentent considérablement d'amplitude si l'on applique contre le bout libre du fil de fer une masse métallique;* alors on peut entendre,

en écartant la planche de l'oreille, à une distance de 10 à 15 centimètres.

» Si le fil de fer est en contact à ses deux bouts avec deux masses métalliques, l'effet est encore augmenté; mais il faut que les deux masses ne communiquent pas métalliquement entre elles et soient en quelque sorte isolées par un milieu plus ou moins élastique. Si les masses métalliques sont soudées au fil de fer, les effets sont encore meilleurs.

» J'ai pu également obtenir la reproduction de la parole avec une simple bobine sans noyau magnétique; mais il faut alors que les spires soient *très-libres entre elles* et non serrées les unes contre les autres. Si elles sont *noyées dans de la gomme laque,* on n'entend *absolument aucun son;* mais il suffit de placer à l'intérieur de la bobine un fil de fer, une aiguille aimantée ou même une seconde hélice interposée dans le circuit de la première, pour qu'immédiatement la parole soit entendue, à la condition toutefois que l'un des bouts de ces organes magnétiques soit appuyé ou fixé contre la planchette sur laquelle est collée la bobine.

» J'ai encore pu obtenir d'une manière très-accentuée, et à 2 ou 3 mètres de distance de l'appareil, la reproduction de la parole, en interposant entre les membranes tendues de deux tambours un fil de fer recourbé faisant ressort et passant à travers une bobine électromagnétique. Dans ces conditions, les tendances au redressement, déterminées par les magnétisations plus ou moins fortes de la tige de fer, provoquent des vibrations qui, amplifiées par les membranes tendues, reproduisent fortement les sons transmis. Malheureusement, la parole est plus confuse avec ce système qu'avec le premier que j'ai décrit.

» Une remarque assez curieuse que j'ai eu occasion de faire souvent, c'est que la reproduction de la parole et surtout celle des sons provoques par les interruptions de courants peuvent se faire de cette manière avec un timbre différent et sur un ton plus ou moins élevé, suivant le degré de tension donné au fil de fer; mais, si l'on amortit le son fondamental du fil en le serrant entre les doigts, les sons reproduits deviennent alors *mats* et toujours dans le même ton; ils sont toutefois un peu plus faibles.

» Il résulte de toutes ces expériences et de beaucoup d'autres encore, dans le détail desquelles je ne puis entrer, que les sons produits par un noyau magnétique sont probablement la conséquence de raccourcissements et d'allongements de la tige magnétique, déterminés sous l'influence d'aimantations et de désaimantations rapides, ainsi que l'a avancé M. du Moncel. »

M. **Th. du Moncel** annonce à l'Académie, à l'occasion de cette Communication, qu'il a répété et étudié toutes les expériences de M. Ader, et qu'il a trouvé parfaitement exacts les résultats annoncés dans la Note précédente; il a eu, en même temps, occasion de faire quelques expériences qui lui sont propres et qu'il résume de la manière suivante :

« On doit se rappeler que quand, il y a un an environ, j'ai exposé les idées que je m'étais faites sur l'origine des sons dans le téléphone, une discussion s'engagea sur la possibilité qu'un téléphone pouvait avoir de reproduire la parole quand il était privé de son diaphragme. Parmi ceux qui prétendaient avoir transmis la parole de cette manière se trouvaient MM. Spottiswoode, Warwick, Rossetti, Canestrelli, Wiesendanger, Lloyd, Millar, Buchin, etc.; mais la plupart soutenaient qu'on ne pouvait entendre que des sons inarticulés. M. Hughes, au moyen de son microphone, avait fini par rendre évidente la reproduction de la parole de cette manière. Mais ces expériences pouvaient présenter encore quelques doutes dans l'esprit, et les résultats obtenus par M. Ader sont maintenant concluants. J'ai voulu toutefois m'assurer des causes du désaccord qui s'est manifesté entre les physiciens qui se sont occupés de cette question, et j'ai entrepris, à cet égard, quelques recherches qui complètent celles de M. Ader. Voici les conclusions auxquelles je me suis trouvé conduit.

» Généralement, un téléphone ordinaire privé de son diaphragme ne reproduira pas la parole avec les très-faibles courants qui sont produits par un téléphone électromagnétique, ni même avec des courants voltaïques énergiques actionnés par un parleur microphonique; mais, si ce parleur réagit sur un courant voltaïque passant à travers l'hélice primaire d'une bobine d'induction, les courants induits qui en proviendront pourront alors reproduire nettement la parole en passant à travers un téléphone sans diaphragme. Cette reproduction sera, il est vrai, très-faible, mais distincte et d'autant plus accentuée que le noyau magnétique sera mieux aimanté et de plus petite masse.

» En prenant un fragment de ressort de montre, et le fixant par un bout sur une planchette de bois après l'avoir bien aimanté, j'ai pu obtenir très-distinctement et d'une manière assez accentuée la reproduction de la parole avec une petite hélice de fil n° 30 et sous l'influence d'une pile Leclanché de 6 éléments, agissant sur la bobine d'induction d'un condensateur chantant. Mais il fallait pour cela que l'hélice fût de petite longueur et placée sur la partie du ressort en contact avec la planchette. Quand elle était

placée à l'extrémité libre, on n'entendait aucun son, et la reproduction de la parole n'était même pas perçue quand la bobine était posée au milieu de la lame. L'interposition d'une résistance de 64 kilomètres de fil télégraphique dans le circuit n'empêchait pas cette reproduction de la parole quand l'appareil était placé dans les conditions convenables.

» La parole pouvait être également transmise en employant les courants directs de la pile; mais l'interposition d'une résistance de 8 kilomètres dans le circuit la rendait si faible, que c'était tout au plus si l'on pouvait la distinguer.

» Avec l'appareil de M. Ader, et malgré la très-petite longueur de fil de son hélice, la parole a pu être parfaitement distinguée avec une résistance de 16 kilomètres interposée dans le circuit, et avec une résistance de 40 kilomètres on entendait encore compter. Le chant a pu être distingué avec une résistance de 64 kilomètres. Ces résultats, comme on le voit, sont très-importants et éclaircissent considérablement la question. »

M. C. Resio présente à l'Académie, par l'entremise de M. Th. du Moncel, une Note sur un téléphone hydro-électrique. Le fait important indiqué dans cette Note est qu'un transmetteur téléphonique, dans lequel les variations d'intensité du courant en rapport avec les vibrations déterminées par la parole sont reproduites par des variations correspondantes de la résistance d'une colonne liquide, peut servir de récepteur téléphonique et *par conséquent reproduire la parole sans aucun organe électromagnétique*, comme cela a lieu avec les microphones parleurs. Dans ces conditions pourtant, une couche d'eau est interposée entre les électrodes de platine et l'air ambiant, et il faut, par conséquent, que la couche liquide soit mise en vibration sous l'influence des variations d'intensité du courant.

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniaque*. Note de M. L. Troost.

« L'acide chlorhydrique et l'ammoniaque n'ont encore été obtenus jusqu'ici en combinaison que dans les proportions qui constituent le sel ammoniac, analogue au sel marin et surtout au chlorure de potassium. On ne connaît encore ni chlorhydrate de chlorure ni chlorhydrate d'ammoniaque avec excès de base.

» Les travaux que je poursuis depuis longtemps et que je continue en

ce moment sur les densités de vapeur des composés ammoniacaux m'ont permis de découvrir un grand nombre de composés très-curieux que l'ammoniaque sèche forme en se combinant avec l'acide chlorhydrique, l'acide sulfhydrique, et un grand nombre d'autres acides minéraux et organiques.

» J'exposerai, dans ce premier Mémoire, les procédés de préparation des chlorhydrates à excès d'ammoniaque et les méthodes que j'emploie pour démontrer leur existence comme espèces chimiques.

» On se procure de l'ammoniaque gazeuse, absolument sèche et dépouillée de toute trace d'ammoniaque composée ([1]), on la sature par de l'acide chlorhydrique pur et sec, puis on soumet le sel ammoniac ainsi obtenu et distillé en vase clos à l'action d'un grand excès d'ammoniaque gazeuse, en ayant soin de refroidir ces matières à des températures variables. On obtient, dans ces conditions, deux produits nettement définis et caractérisés par leur point de fusion, leur structure cristalline et enfin leur tension de dissociation.

» I. Le premier contient, pour 1 équivalent d'acide chlorhydrique, 4 équivalents d'ammoniaque; nous l'appellerons *chlorhydrate tétra-ammoniacal*. Il fond à la température de $+7^\circ$. Ses cristaux dépolarisent énergiquement la lumière et, par conséquent, n'appartiennent pas au système cristallin du sel ammoniac ordinaire. Ce sel est anhydre; sa formule est $HCl, 4AzH^3$.

» Si on mesure la tension de l'ammoniaque qu'il exhale, on trouve que cette tension, à une même température, reste constante quand on fait varier le volume occupé par le gaz existant à la surface de la matière dissociée, exactement comme la tension de la vapeur d'eau, en présence d'un excès d'eau liquide, reste constante dans un espace que l'on augmente ou que l'on diminue, pourvu que la température soit invariable dans cet espace.

» On peut donc enlever de l'ammoniaque existant au-dessus du chlorhydrate tétra-ammoniacal sans que la tension correspondant à sa températare cesse de se rétablir tant qu'il reste du sel non décomposé dans l'appareil où l'on fait l'expérience. C'est là un caractère d'une grande précision et qui, à lui seul, suffirait pour établir l'existence du chlorhydrate tétra-ammoniacal comme espèce distincte.

» La tension de dissociation augmente assez rapidement avec la tempé-

---

([1]) L'action des ammoniaques composées sur les chlorhydrates correspondants et sur le chlorhydrate d'ammoniaque fera l'objet d'un Mémoire spécial.

rature, comme cela résulte du Tableau suivant :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
− 36,0	140	− 10,8......	555
− 28,6	165	− 6,0......	730
− 27,0	180	0,0......	1035
− 23	240	+ 3,0......	1255
− 20,0	310	+ 5,0......	1415
− 17,7	360	+ 6,0......	1480
− 16,0	395	+ 7,0......	1660
− 13,0	485	+ 8,0......	1800

» II. La seconde combinaison contient 7 équivalents d'ammoniaque pour 1 équivalent d'acide chlorhydrique; nous l'appellerons *chlorhydrate hepta-ammoniacal*. Il fond à − 18°. Le liquide présente tous les caractères de la surfusion : quand on le refroidit rapidement, il devient visqueux, et vers − 40° se prend en masse cristalline translucide. Il est impossible de constater une forme cristalline ou une propriété optique pour le distinguer du sel précédent, mais son aspect est complétement différent. Il a pour formule $ClH, 7AzH^3$.

» Je n'insisterai pas sur les caractères de sa dissociation; ils sont absolument les mêmes que ceux du chlorhydrate tétra-ammoniacal, dans lequel il se transforme au fur et à mesure qu'il perd de l'ammoniaque.

» Quand on fait varier la température, on voit sa tension de dissociation augmenter très-rapidement, comme le prouvent les nombres suivants :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
− 36,0	580	− 27........	895
− 33,0	665	− 25........	980
− 31,1	750	− 23........	1060
− 28,6	835	− 21........	1130

» Je pense que ce composé n'est pas le dernier terme de ces combinaisons singulières. Je ne suis arrêté jusqu'ici que par la difficulté de maintenir constantes de plus basses températures; mais je ne crois pas la limite atteinte par les expériences que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie, et qui déterminent la série suivante :

$$ClH, AzH^3,$$
$$ClH, AzH^3 + 3AzH^3,$$
$$ClH, AzH^3 + 2(3AzH^3).$$

» Dans une prochaine Communication, je ferai voir qu'il existe une classe entière de sels nouveaux préparés avec d'autres acides et dans les mêmes circonstances que les chlorhydrates avec excès d'ammoniaque. »

CHIMIE. — *Des combinaisons de l'hydrogène phosphoré avec le chlorure cuivreux et de son dosage dans les mélanges gazeux.* Note de M. **J. Riban**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude des réactifs absorbants employés dans l'analyse des gaz m'a conduit à constater que l'hydrogène phosphoré se combine au chlorure cuivreux dissous dans l'acide chlorhydrique pour donner naissance à plusieurs composés dont l'un est bien défini et cristallisé. Je déduis de cette réaction un procédé commode de préparation de l'hydrogène phosphoré non inflammable et une méthode exacte pour le dosage de ce gaz dans les mélanges gazeux.

» *Combinaisons de l'hydrogène phosphoré avec le chlorure cuivreux.* — Il suffit, pour les mettre en évidence, d'introduire dans une cloche, sur la cuve à mercure, une solution de chlorure cuivreux dans l'acide chlorhydrique et d'ajouter lentement, bulle à bulle, l'hydrogène phosphoré. L'absorption du gaz est instantanée, le liquide reste limpide et incolore, puis il se prend en une masse cristalline blanche; une addition subséquente de gaz fait disparaître les cristaux, et le liquide redevient limpide, par suite de la formation d'une nouvelle combinaison plus phosphorée que la précédente.

» Pour obtenir la matière cristallisée en grande quantité, je fais passer lentement du gaz hydrogène phosphoré, provenant d'une source quelconque, dans une solution de chlorure cuivreux refroidie par un courant d'eau ou mieux par de la glace. J'ai finalement employé de préférence le gaz que l'on obtient par l'action réciproque du phosphore et d'un lait de chaux épais. On le débarrasse du phosphure liquide qui l'accompagne en le faisant passer dans une série de flacons laveurs et dans un tube de Liebig contenant de l'acide chlorhydrique fumant, puis sur de la ponce imprégnée de cet acide. La solution cuivreuse ne tarde pas à se prendre en une masse d'aiguilles incolores atteignant parfois une longueur qui n'est limitée que par la dimension des vases. Cette substance ne se conserve bien que dans son eau-mère; on l'isole par un essorage rapide à la trompe, on la dessèche par compression. Il faut se hâter si l'on veut l'analyser.

» Ce produit correspond à la formule $Cu^2Cl^2, 2PH^3$ ou $\left.\begin{matrix}Cu^{2''}\\H^6\end{matrix}\right\} P^2, Cl^2$: c'est

le chorure de cuproso-diphosphonium, analogue au chlorure de cuproso-diammonium étudié par M. Dehérain.

» Le chlorure de cuproso-diphosphonium se dissocie rapidement à la température ordinaire en perdant de l'hydrogène phosphoré, ainsi que le prouvent les analyses faites à des époques plus ou moins éloignées de sa préparation; il fixe alors l'oxygène atmosphérique et brunit. Soumis à l'action de la chaleur, il dégage un mélange d'hydrogène phosphoré et de gaz chlorhydrique, et laisse un résidu de phosphure de cuivre.

» L'eau froide détruit également ce composé avec dégagement d'hydrogène phosphoré non inflammable et formation d'un phosphure noir de cuivre Cu^6P^2. On constate en outre que la totalité du chlore se retrouve dans l'eau, exempte de cuivre, à l'état d'acide chlorhydrique, et que le phosphore fixé dans le phosphure de cuivre représente le tiers de la quantité totale existant dans le chlorure de cuproso-diphosphonium; résultats qui conduisent à exprimer ainsi cette décomposition par l'eau :

$$3(Cu^2Cl^2, 2PH^3) = 4PH^3 + Cu^6P^2 + 6HCl.$$

» En faisant passer dans le chlorure cuivreux un excès d'hydrogène phosphoré, les cristaux d'abord formés se dissolvent, et la solution absorbe encore des quantités considérables de gaz. La grande solubilité du composé plus phosphoré qui se forme et sa facile décomposition ne m'ont pas permis de l'isoler. J'ai cherché néanmoins à établir approximativement sa composition ; il suffisait, étant donnée la teneur en cuivre d'un volume ou d'un poids déterminé de solution de chlorure cuivreux contenue dans une ampoule, de briser celle-ci dans une cloche et de mesurer la quantité d'hydrogène phosphoré absorbée après une longue agitation. En variant beaucoup les conditions expérimentales, on n'arrive pas à des résultats très-constants; on trouve que, terme moyen, 1 centimètre cube de solution de chlorure cuivreux, contenant $0^{gr},2622$ de chlorure supposé sec, absorbe 132 centimètres cubes d'hydrogène phosphoré ramenés à zéro et $0^m,760$, chiffres intermédiaires entre ceux qu'exigeraient les formules $Cu^2Cl^2, 4PH^3$ et $Cu^2Cl^2, 5PH^3$.

» Soumises à l'action d'un courant rapide de gaz inerte, ces combinaisons se dissocient en perdant de l'hydrogène phosphoré, et bientôt la masse cristallise. On est ainsi revenu au chlorure de cuproso-diphosphonium; celui-ci se détruit à son tour sous l'action prolongée du courant et il ne reste plus que du chlorure de cuivre. La chaleur seule produit le même effet sur ces dissolutions.

» *Préparation de l'hydrogène phosphoré non inflammable.* — Les solutions de l'hydrogène phosphoré dans le chlorure cuivreux sont limpides, incolores, parfois souillées de flocons de phosphure de cuivre que l'on élimine aisément par décantation. Elles se conservent à la lumière sans altération, dans des flacons bouchés, et constituent une source fort commode d'hydrogène phosphoré. Il suffit de les chauffer modérément dans un ballon, suivi d'un laveur pour éliminer l'acide chlorhydrique; l'hydrogène phosphoré s'en dégage intégralement avec une grande régularité. Il est prudent de chasser à l'origine l'air de l'appareil par un gaz inerte. Le gaz recueilli est pur, non inflammable, complétement absorbable par le chlorure cuivreux. Les solutions cuivreuses saturées par l'hydrogène phosphoré provenant de l'action de la chaux sur le phosphore dégagent environ 80 fois leur volume de gaz et peuvent être maniées sans danger.

» *Dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux.* — Les procédés ordinairement employés ne peuvent donner que des résultats approximatifs. La solution de chlorure cuivreux dans l'acide chlorhydrique permet le dosage exact de l'hydrogène phosphoré. Il suffit d'agiter le mélange gazeux avec une petite quantité de ce réactif, l'absorption est immédiate. Pour atteindre les dernières limites d'exactitude, on reprend le résidu gazeux une seconde fois par le réactif, qui lui enlève quelques millièmes de gaz inabsorbé, puis on lave à la potasse. C'est ainsi que j'ai effectué, avec l'appareil Doyère, les analyses suivantes sur des mélanges en proportions déterminées d'hydrogène et d'hydrogène phosphoré purs; elles donneront une idée de la valeur de la méthode :

	Expérience.	Calcul.	Différence pour 100.	Expérience.	Calcul.	Différence pour 100.
Hydrogène phosphoré.	27,30	27,28	+ 0,02	51,03	51,04	— 0,01
Hydrogène	72,70	72,72		48,97	48,96	
	100,00	100,00		100,00	100,00	
Hydrogène phosphoré.	71,66	71,71	— 0,05	74,05	74,11	+ 0,06
Hydrogène	28,34	28,29		25,95	25,89	
	100,00	100,00		100,00	100,00	

» L'hydrogène phosphoré ne peut être dosé par cette méthode en présence de l'oxyde de carbone, également absorbable par le chlorure cuivreux.

» Le protochlorure de cuivre dissous dans le chlorure de potassium, l'iodure cuivreux en solution dans l'iodure de potassium absorbent l'hydrogène phosphoré, mais en formant un précipité noir de phosphure de

cuivre Cu^6P^2 Le cyanure cuivreux dissous dans le cyanure de potassium ne donne lieu à aucune réaction.

» L'hydrogène arsénié et l'hydrogène antimonié sont absorbés par la solution de chlorure cuivreux, qu'ils précipitent en noir. Ce réactif pourra donc être employé de préférence au nitrate d'argent, pour le dosage de ces deux gaz, lorsqu'on veut opérer sur la cuve à mercure. »

CHIMIE. — *Sur la forme cristalline des combinaisons des stannméthyles et leurs homologues.* Note de M. HIORTDAHL.

« Les combinaisons de l'étain avec les radicaux alcooliques de la série méthylique se distinguent, parmi les combinaisons organiques des métaux, par la facilité avec laquelle elles forment un grand nombre de sels bien cristallisés. Le caractère chimique général des radicaux composés qui forment les bases de ces sels n'est pas tant celui de l'étain que celui de certains autres des métaux simples. Comme les oxydes de stanndiméthyle et de stanndiéthyle, dont les dissolutions sont précipitées par l'ammoniaque et par des carbonates ou phosphates alcalins, peuvent être comparés avec les oxydes des métaux diatomiques, le plomb, par exemple, on pourrait mettre les oxydes solubles et fortement alcalins de stanntriméthyle et de stanntriéthyle, qui forment des phosphates solubles, mais dont les carbonates sont insolubles, à côté des oxydes alcalins, et d'une manière plus spéciale à côté de l'oxyde de thallium.

» Il m'a donc paru intéressant de faire un examen plus spécial de quelques-unes des combinaisons les plus caractéristiques, afin de voir s'il existerait dans leur forme cristalline quelque chose qui continuerait pour ainsi dire la ressemblance chimique entre les stannméthyles et leurs homologues avec les métaux simples, ou si cette forme serait tout à fait différente de celle des combinaisons correspondantes des métaux.

» Je me permets ici de faire une première Communication de mes recherches, dont les détails seront prochainement publiés. Je citerai d'abord les chlorures de stanndiméthyle et de stanndiéthyle, qui cristallisent dans le système rhombique, et dont la forme cristalline est la même que celle du chlorure de plomb; je donne ici les longueurs d'axe que j'ai trouvées pour les deux chlorures, comparées avec celles du chlorure de plomb.

Chlorure de stanndiméthyle.........	0,8341 : 1 : 0,9407
Chlorure de stanndiéthyle..........	0,8386 : 1 . 0,9432
Chlorure de plomb...............	0,8408 . 1 : 0,9990

» J'ai préparé aussi les chloroplatinates correspondant à ces deux chlorures; ils ne sont plus isomorphes. Le *chloroplatinate de stanndiméthyle* cristallise avec une rare facilité en cristaux rouges superbes, appartenant au système rhombique, et pour lesquels j'ai trouvé

$$a:b:c = 0,8883:1:0,9768.$$

Le *chloroplatinate de stanndiéthyle* forme, au contraire, des pyramides tétragonales, pour lesquelles $a:c = 1:1,1757$.

» En traitant dans des tubes scellés à 150 degrés de l'étain métallique avec l'iodure de propyle (point d'ébullition, 101 degrés) et en décomposant par de l'ammoniaque l'iodure ainsi obtenu, j'ai préparé l'oxyde de stanndipropyle, précipité blanc jaunâtre, ressemblant dans ses réactions aux oxydes correspondants contenant le méthyle et l'éthyle. Il m'a donné le *chlorure de stanndipropyle,* cristaux magnifiques, incolores, appartenant également au système rhombique. Ce chlorure n'est pas isomorphe avec les précédents; il en diffère comme la forme du chlorure de mercure diffère de celle du chlorure de plomb. Le chlorure de stanndipropyle cristallise en pyramides très-aiguës, avec un clivage des plus parfaits, parallèle à la base, ressemblant aux pyramides très-clivables du bromure de mercure, que j'ai décrit récemment dans le *Bulletin de l'Académie de Christiania*. On a :

Pour le chlorure de mercure, $a:b:c$..	$0,7254:1:\quad 1,0648$
Pour le bromure de mercure.........	$0,6817:1:\quad 1,0183$
Pour le chlorure de stanndipropyle...	$0,6943:1:\frac{4}{5}(1,0047)$

» La forme cristalline du *formiate de stanndiméthyle* (système rhombique) est sensiblement la même que celle des formiates de plomb, de baryte et de chaux. On a, en effet :

Pour le formiate de stanndiméthyle, $a:b:c$..	$0,7287:1:\quad 0,4784$
Pour le formiate de chaux.................	$0,7599:1:\quad 0,4671$
Pour le formiate de baryte............. ...	$0,7650:1:2(0,4319)$
Pour le formiate de plomb.................	$0,7417:1:2(0,4219)$

» Dans d'autres cas, où l'on ne peut démontrer aucun isomorphisme, on retrouve au moins certains traits caractéristiques qui semblent rappeler d'une manière curieuse les formes des combinaisons correspondantes des métaux simples.

» Tel me paraît le cas du *sulfate de stanndiméthyle*. La forme de ce beau sel, qui a été analysé par M. Cahours, appartient au cinquième système cristallin; elle se compose d'un prisme rhomboïdal oblique de 74°,50 avec la base et l'hémiorthodome positif; l'axe vertical fait avec l'axe

incliné, qui est le plus long, un angle de 83°,75. On ne peut, par conséquent, parler d'isomorphisme avec les sulfates de plomb ou de baryte, dont la forme est le prisme rhomboïdal droit; mais les longueurs des axes sont pourtant sensiblement les mêmes.

» On a, en effet :

Pour le sulfate de stanntriméthyle........	1,3213 : 1 : 1,6630
Pour le sulfate de baryte........... ...	1,3127 : 1 : $\frac{1}{2}$(1,6352)
Pour le sulfate de plomb	1,2915 : 1 : $\frac{1}{2}$(1,5728)

» Quant aux radicaux mono-atomiques, contenant 3 molécules de radical alcoolique, on a déjà remarqué que le chloroplatinate de stanntriéthyle cristallise en octaèdres (réguliers?), comme le chloroplatinate de potassium. J'ai examiné quelques sulfates. Le *sulfate de stanntriméthyle*, cristallisant en pyramides excessivement brillantes, appartient au système rhombique; j'ai trouvé $a:b:c = 0,8872:1:1,0858$, forme qui n'offre pas d'analogie avec celle des sulfates alcalins. Le *sulfate de stanntriéthyle* cristallise, au contraire, en prismes hexagonaux surmontés de pyramides, dont les dimensions sont très-voisines de celles du sulfate de potassium ou de thallium. J'ai trouvé, en effet, pour le sulfate de stanntriéthyle,

$$a:a\sqrt{3}:c = 0,5773:1:0,7217,$$

tandis que l'on a

$$a:b:c = 0,5727:1:0,7464$$

pour le sulfate de potassium. »

MÉTALLURGIE. — *Sur un nouveau procédé de traitement, par voie sèche, des pyrites de fer et de cuivre.* Extrait d'une Lettre de M. L. SIMONIN à M. le Secrétaire perpétuel.

M. Simonin a été témoin d'expériences faites à l'usine de MM. Cammell, à Penistone, près de Sheffield (Angleterre), expériences qu'il décrit comme il suit :

« Dans un four à manche, analogue à ceux où l'on affine la fonte de fer, l'inventeur du procédé, M. John Hollway, de Londres, fait fondre quatre tonnes de pyrites par le moyen du coke et de l'air insufflé. La matte ainsi obtenue est versée dans une cornue à la Bessemer (celle même qui sert à produire l'acier). On souffle, on ajoute du grès siliceux comme fondant, puis des pyrites crues et du grès, dans la proportion de 10 parties

en poids des pyrites et 3 de grès. On fait de temps en temps écouler la scorie, en inclinant le convertisseur, et l'on continue les charges de pyrites et de grès. Le résultat final de l'opération est une matte cuivreuse, contenant en moyenne 50 pour 100 de cuivre (le minerai n'en contenait que 3 à 5) et tout l'or et l'argent que les pyrites pouvaient renfermer.

» La matte est d'un bleu violacé, compacte, homogène, bien fondue, rappelant la matte bleue, *blue metal,* qu'on obtient par le procédé de Swansea.

» La scorie est noirâtre, bien fondue, cristallisée en larges lamelles appartenant au système rhomboédrique : on dirait un minerai, d'un silicate de fer naturel. Elle contient moyennement 60 pour 100 de fer.

» L'expérience entreprise est véritablement audacieuse, et elle prouve que les pyrites crues peuvent être transformées en matte et scorie, c'est-à-dire traitées métallurgiquement par voie sèche, sans le secours d'aucun autre combustible que *le soufre même qu'elles renferment.* Quand on incline le convertisseur Bessemer, on voit, en effet, le soufre brûler à la surface de la matière en fusion, en dégageant la flamme bleue qui le caractérise. L'orifice du convertisseur laisse aussi dégager, avec les gaz qui s'échappent, une fumée grisâtre où le soufre volatilisé domine.

» Cette méthode semble particulièrement applicable aux pyrites de cuivre et de fer dont on exploite une si grande quantité dans le sud de l'Espagne et du Portugal, notamment à Rio Tinto et San Domingos... »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'état dans lequel se trouvent les métaux précieux dans quelques-unes de leurs combinaisons : minerais, roches, produits d'art.* Note de MM. E. CUMENGE et EDMOND FUCHS, présentée par M. Daubrée.

« I. MINERAIS. — A. *Nature des minerais.* Notre attention s'est portée d'abord sur les pyrites qui accompagnent toujours les quartz aurifères des filons, et qui renferment elles-mêmes des quantités variables d'or.

» D'autre part, l'expérience a montré que l'or ainsi renfermé dans les pyrites est tantôt susceptible d'être entièrement pris par l'amalgamation, tantôt plus ou moins rebelle à ce traitement, se retrouvant alors en tout ou en partie dans les *tailings* ou résidus des moulins d'amalgamation.

» Pour expliquer cette anomalie, nous avons étudié les pyrites aurifères de Berezowsk (Sibérie), celles du Callao (Venezuela), et celles de Grass-Walley (Californie). La première de ces pyrites cède tout son or par

voie d'amalgamation; les deux autres, au contraire, n'abandonnent à l'état brut, ou après grillage à l'air, que des quantités insignifiantes d'or. Ce métal est donc engagé dans une combinaison stable, due à un agent minéralisateur pour lequel il présente une grande affinité. Nos expériences tendent à prouver que *cet agent minéralisateur est l'antimoine*. Nous avons, en effet, obtenu les résultats suivants :

	Teneur en or par tonne.	Teneur en argent par tonne.	Antimoine.	Arsenic.
	gr	gr		
Pyrites de Berezowsk......	100	»	néant	néant
Pyrites du Callao.........	300	»	0,001	»
Pyrites de Grass-Walley...	150	250	0,0004	traces

» La faible quantité d'antimoine révélée par l'analyse et sa proportionnalité à la teneur en or dans les deux pyrites du Callao et de Grass-Walley nous permettent d'admettre qu'il y a réellement combinaison entre ces deux corps et que l'antimoine est le minéralisateur de l'or dans les pyrites rebelles à l'amalgamation.

» Quant à l'arsenic, sa présence paraît liée à celle de l'argent, et l'on sait qu'il forme un des éléments des principaux minerais de ce métal.

» Comme confirmation intéressante de notre conclusion, nous citerons le mispikel, légèrement aurifère, du district de Guejar, au pied du Muley-hacen, dans lequel nous avons constaté la substitution complète de l'antimoine à l'arsenic. Ce fait est sans doute loin d'être isolé, et il fournit inversement, par la recherche toujours facile de l'antimoine, un indice précieux pour circonscrire nettement les mispikels aurifères.

» Nous ne concluons pas pourtant de ce qui précède que l'antimoine soit le seul minéralisateur de l'or, car on sait que les combinaisons tellurées donnent naissance à une grande partie des minéraux auro-argentifères de la Hongrie et du Colorado; mais, malgré une recherche attentive, nous n'avons jamais constaté la présence de ce corps dans les pyrites soumises à notre étude. Le tellure paraît donc confiné dans certains districts spéciaux, et, d'autre part, l'antimoine ayant été signalé dans la presque totalité des combinaisons telluro-aurifères de ces districts conserve, par ce fait même, son rôle de minéralisateur principal de l'or.

» B. *Docimasie*. Nous avons constaté que la fonte à la litharge était impuissante à rassembler complétement l'or dans le culot de plomb obtenu dans les essais. Une fonte pour matte, réalisée par l'addition d'un cuivre gris antimonial, réussissait à concentrer la totalité de l'or dans un antimonio-sulfure représentant au plus le dixième du poids primitif de la matière, et susceptible d'être soumis aux essais usuels, et particulièrement à l'essai dit

par la voie mixte, dont nous avons eu soin de constater par synthèse la rigoureuse exactitude.

» C. *Métallurgie.* Les réactions que nous venons d'analyser pour les essais peuvent être utilisées dans les opérations métallurgiques, et l'addition d'une petite quantité de minerais cuivreux permet, en particulier, de les appliquer aux résidus d'amalgamation. L'affinité du cuivre vient s'ajouter à celle de l'antimoine pour concentrer la totalité de l'or dans un produit intermédiaire de poids réduit et qui, par sa valeur même, est susceptible de se prêter à des traitements relativement dispendieux.

» II. Combinaisons silicatées. — A. *Produits d'art.* En appliquant le dosage de l'or par la matte aux scories de nos essais, nous avons constaté que ce mode d'investigation s'appliquait egalement aux matières silicatées aurifères et que ces dernières se produisaient avec une grande facilité.

» Cette propriété était connue, au moins partiellement, et utilisée dans l'art du verrier pour la fabrication des verres pourpres.

» Nous avons repris ces expériences en les généralisant et en faisant varier les procédés d'incorporation et les éléments du verre.

» Les résultats de nos essais sont consignés dans le Tableau suivant, relatif aux échantillons que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

DÉSIGNATION.	COMPOSITION DU VERRE.						ÉTAT d'incorporation de l'or.	NATURE DU VERRE OBTENU.			OBSERVATIONS.
	Silice.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.	Minium.	Or.		Transparence.	Couleur.	Résultat au flambé.	
Cristal nº 1.	40	9	"	6	45	0,25	Aurate de magnésie.	Parfaite.	Jaune topaze.	Couleur pourpre transparente.	
Cristal nº 2.	43	10	"	4	43	0,30	Aurate de magnésie.	Parfaite.	Jaune, d'une intensité croissante vers le bas.	Couleur pourpre transparente.	Quelques bulles et au fond un petit bouton d'or représentant le quart de l'or introduit.
Verre nº 4..	60	24	13	3	"	0,10	Aurate de magnésie.	Parfaite.	Vert très-pâle.	Décoloration complète.	Quelques bulles.
Verre nº 5..	57	30	13	"	"	0,25	Aurosilicate de soude.	Parfaite.	Jaune clair.	Couleur jaune transparente.	10 pour 100 de la potasse introduite sous forme de nitre
Verre nº 6..	53	29	13	5	"	0,15	Aurate de magnésie.	Un peu laiteuse.	Jaune de miel.	Opaque blanc-rosé.	25 pour 100 de la potasse introduite sous forme de nitre
Verre nº 7..	57	28	13	"	Oxyde d'antim. 2	0,15	Chlorure double d'or et d'antimoine.	Parfaite.	Blanc jaunâtre.	Transparent sans changement.	Un excès d'or introduit s'est réuni sous forme de petit bouton.
Verre nº 8..	55	26	13	6	"	0,50	Aurate de magnésie.	Trouble d'or métallique.	Dichroïque, bleue par transpar.	Sans changement.	
Verre nº 9. Argentifère.	63	30	7	"	"	Néant 0,75 d'argent.	Nitrate d'argent.	Parfaite.	Blanche.	Jaune clair.	

» B. *Roches*. Nous avons également examiné si quelques-unes des roches qui sont en relation directe avec les gisements aurifères ne renfermaient pas elles-mêmes de l'or à l'état combiné.

» Nous avons particulièrement étudié une chlorophyllite des Alleghanys, caractérisée par la formule $3SiO^2, Al^2O^3 3(CaO, MgO, FeO)$. Nous l'avons soumise tout d'abord à l'amalgamation pour doser l'or qu'elle renferme à l'état natif. Une prise d'essai, faite sur une assez grande quantité de matière, nous a donné une teneur constante de 50 grammes à la tonne.

» Nous avons ensuite cherché l'*or combiné*, en effectuant, tantôt sur la roche elle-même, tantôt sur les résidus de l'amalgamation, une fonte cupro-antimoniale par l'addition d'un cuivre gris artificiel exempt de métaux précieux, opération qui fournissait une matte ultérieurement soumise à l'essai mixte. Dans le premier cas, nous avons toujours retrouvé la teneur en or révélée par l'amalgamation; dans le second, nous n'avons jamais recueilli que des traces d'or indosables, provenant sans doute des parcelles d'amalgame entraînées par le lavage. Il n'éxiste donc pas d'or combiné dans la chlorophyllite des Alleghanys.

» En revanche, nous avons mis en évidence, par ces opérations, l'existence de quantités appréciables d'argent correspondant à une teneur de 100 grammes à la tonne. Cet argent se trouve bien en réalité à l'état de combinaison dans la chlorophyllite. En effet, nous avons réussi à l'extraire, et cela aussi complétement que par l'essai mixte, en soumettant, après un grillage convenable, à l'amalgamation la matte cupro-antimoniale provenant de la fonte des résidus de la première amalgamation, laquelle avait été impuissante à isoler l'argent de la roche elle-même. »

CHIMIE — *Sur la constitution de la houille*. Note de M. E. GUIGNET. (Extrait.)

« En traitant les houilles grasses par l'éther, la benzine, le sulfure de carbone (et surtout par le chloroforme), plusieurs chimistes ont réussi à leur enlever de très-petites quantités de matières bitumineuses. J'ai obtenu de meilleurs résultats avec le phénol (acide phénique).

» .... La houille, réduite en poudre grossière, est complétement séchée à 110 degrés, puis passée au tamis impalpable. Elle est alors chauffée à 100 degrés avec du phénol parfaitement exempt d'eau. Le liquide se colore fortement en brun ; on filtre à chaud, sur un double filtre de papier bien sec. Par le refroidissement, une partie de la matière brune se dépose;

mais, pour la séparer entièrement, il suffit d'ajouter de l'alcool ordinaire à la solution phénique : d'abondants flocons bruns se déposent et la li queur se décolore complétement. En lavant la matière brune sur un petit filtre avec de l'alcool, on enlève toute trace d'acide phénique.

» La partie soluble dans le phénol représente presque 2 pour 100 du poids de la houille; mais j'ai pu dépasser de beaucoup cette limite, en amenant la matière première à un état de division extrême.

» La houille, passée au tamis impalpable, contient toujours des fragments anguleux, presque filiformes. Pour diviser cette poudre, toujours grossière et rude au toucher, je la fais broyer à l'eau sur une glace, à l'aide d'une *molette*, comme on fait pour les couleurs les plus dures. Au bout de quelques heures la houille est devenue d'un brun très-clair; elle est douce au toucher. Dans cet état, elle peut céder au phénol jusqu'à 4 pour 100 de matière brune.

» L'acide nitrique attaque difficilement cette matière, en donnant un produit jaune qui m'a paru intéressant : ce qui m'a conduit à traiter directement par l'acide nitrique ordinaire la houille finement pulvérisée. Le mélange s'échauffe assez fortement et dégage des vapeurs rutilantes. Après avoir distillé au bain-marie et cohobé plusieurs fois, j'ai filtré, puis évaporé de manière à chasser l'excès d'acide : le résidu contenait de l'oxyde de fer et de l'acide sulfurique (provenant des pyrites que toutes les houilles contiennent en petite quantité), plus de l'acide oxalique et de la *trinitrorésorcine* (acide oxypicrique), reconnaissable à tous ses caractères.

» Toutes ces matières se séparent aisément en reprenant le résidu par l'eau et faisant bouillir avec du carbonate de baryte, qui précipite l'oxyde de fer et les acides sulfurique et oxalique, tandis que l'oxypicrate de baryte reste en dissolution. En précipitant la baryte par l'acide sulfurique, j'ai obtenu l'acide oxypicrique, que j'ai fait cristalliser.

» .... La houille qui a subi l'action de l'acide nitrique et qui est restée sur le filtre a été soumise à un lavage complet. Elle renferme des produits nitrés, plus ou moins analogues aux celluloses nitrées, insolubles dans les dissolvants; séchée complétement, elle se décompose par la chaleur, avec explosion ou dégagement des vapeurs rousses. De plus, une partie des matières humiques est devenue soluble dans les alcalis et même dans l'ammoniaque, qui se colore fortement en brun au contact du résidu de l'action de l'acide nitrique.

» Il me semble probable que la houille, formée de débris végétaux, retient quelques matières résineuses ou cireuses, à peine altérées, difficile-

ment attaquables par les dissolvants, mais capables de donner de l'acide oxypicrique par l'action de l'acide nitrique. C'est ainsi que l'ambre jaune ou succin s'est conservé jusqu'à nous, longtemps après la destruction des végétaux qui l'ont sécrété. Je voulais rechercher l'acide succinique parmi les produits d'oxydation de la houille, en suivant l'excellente méthode adoptée par M. Pasteur pour isoler l'acide succinique du vin; mais le temps m'a manqué pour cet essai.

» La présence de la trinitrorésorcine dans les produits d'oxydation m'a conduit à chercher, dans la houille, la résorcine ou quelque produit voisin. La houille, finement broyée, a été mélangée avec de la soude caustique à 40 degrés B.; le mélange, évaporé à sec à 110 degrés dans un vase de fonte, a été distillé dans une cornue de fer chauffée à 400 degrés, dans un bain de plomb fondu. On obtient ainsi un liquide jaunâtre, transparent, qui ne ressemble en rien au goudron de houille; j'y ai trouvé de l'ammoniaque, de l'aniline, mais point de résorcine.

» Le résidu de la distillation se dissout en très-grande partie dans l'eau. La liqueur est d'un brun très-foncé; saturée par un acide, elle laisse déposer une grande quantité de matière brune, qui offre tous les caractères des produits mal définis confondus sous les noms d'*ulmine*, d'*acide humique*, etc. C'est sans doute la partie d'origine *cellulosique* de la houille qui a été attaquée par la soude à haute température; car, en traitant la houille à froid par l'acide sulfurique très-concentré ou par l'acide fumant, le liquide se colore en brun et laisse précipiter, par addition d'eau et saturation, des produits semblables à ceux que donne la soude. Le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique, déjà proposé par M. Fremy pour différencier les houilles des anthracites et des lignites, attaque aussi la houille; mais ce mélange donne des produits nitrés mêlés à des matières humiques, plus difficiles à séparer que les produits résultant de l'action de l'acide nitrique seul (1).

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de l'École polytechnique de Rio de Janeiro. Je me propose de les continuer sur les lignites et les tourbes, ainsi que sur les bitumes d'Amérique, très-peu solubles, comme on sait, dans les dissolvants ordinaires. »

---

(1) Avec le mélange des deux acides, M. Godefroy a obtenu des résultats intéressants, qu'il a communiqués à la réunion des Sociétés savantes en 1874. Je n'ai pas son Mémoire entre les mains; en tout cas, je m'estimerais heureux de m'être rencontré sur quelques points avec un chimiste aussi distingué.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique.* Note de MM. P. SCHUTZENBERGER et A. DESTREM.

« Les expériences dont nous avons eu l'honneur de présenter les principaux résultats à l'Académie affirment, d'une façon très-nette, l'influence favorable de l'oxygène libre dans le développement de la levûre; elles sont moins concluantes en ce qui touche la question de savoir si la décomposition du sucre, même en l'absence de l'oxygène libre, est toujours et nécessairement liée au développement et à la multiplication de la levûre.

» Nos analyses établissent, d'une part, que l'élimination d'azote sous forme de principes amidés solubles est notablement plus forte lorsqu'il y a du sucre qui fermente que lorsque la levûre est abandonnée à elle-même dans un milieu non sucré et non aéré.

» 100 grammes de levûre fraîche, contenant $1^{gr},9$ d'azote sous forme de composés albuminoïdes insolubles, n'en renferment plus que $1^{gr},1$ après avoir décomposé 200 grammes de sucre, tandis qu'après macération dans l'eau seule, à la même température et durant le même temps (vingt-quatre heures), il en reste encore $1^{gr},5$.

» D'un autre côté, le poids absolu de la levûre (partie insoluble) s'abaissait moins que par le fait de la simple macération; il augmentait même dans les expériences faites avec peu de levûre, conformément aux anciennes déterminations de M. Pasteur.

» Toutes nos expériences avaient été exécutées avec de la levûre fraîche *non lavée.* Les résultats sont tout différents et plus nets lorsqu'on prive préalablement la levûre de ses principes solubles, par un lavage complet à l'eau froide. Dans ces conditions, et à l'abri de l'air, la décomposition du sucre en alcool et en acide carbonique s'opère encore assez rapidement, et 100 grammes de levûre fraîche lavée font disparaître 200 grammes de sucre en près de vingt-quatre heures. Le poids du résidu insoluble, au lieu de se maintenir à peu près constant ou de ne diminuer que faiblement, s'abaisse d'environ 40 pour 100 et très-notablement plus que par la digestion seule.

» 100 grammes de levûre fraîche lavée, contenant 19 à 20 grammes de matériaux insolubles, n'en fournissent plus que $11^{gr},8$ à $13^{gr},2$ après décomposition de 200 grammes de sucre, tandis que la même levûre digérée en donne encore $15^{gr},8$ à 16 grammes.

» La perte est due à des matériaux albuminoïdes transformés en com-

posés amidés solubles. En effet, les 19 grammes de levûre insoluble initiale contenaient $1^{gr},9$ d'azote; les $11^{gr},8$ de levûre insoluble, après fermentation, en renfermaient $0^{gr},57$. Il s'est donc éliminé $1^{gr},33$ d'azote par suite de l'hydratation des matières protéiques; celles-ci renferment en moyenne 16 pour 100 d'azote; par conséquent, $1^{gr},33$ d'azote correspondent à $8^{gr},3$ de matière albuminoïde : $19 - 8,3 = 11,7 =$ le poids de levûre retrouvée.

» Dans une autre expérience, 100 grammes de levûre lavée, correspondant à $18^{gr},4$ de matériaux insolubles contenant $1^{gr},895$ d'azote, ont donné, après fermentation de 200 grammes de sucre, $13^{gr},2$ de résidu insoluble, contenant $0^{gr},854$ d'azote. La perte en azote est donc de $1,895 - 0,854 = 1,04$; $1^{gr},04$ d'azote représentent $6^{gr},5$ de matière protéique. Ce nombre est, à peu de chose près, égal à la perte expérimentale.

» 100 grammes de levûre fraîche lavée, correspondant à $18^{gr},4$ de matériaux insolubles contenant $1^{gr},895$ d'azote, ont donné, après digestion seule, $15^{gr},84$ de résidu insoluble, contenant $1^{gr},71$ d'azote. La perte en azote est de $0^{gr},185$, équivalant à $1^{gr},1$ de matière protéique. La perte réelle est de $2^{gr},6$; $2,6 - 1,1 = 1,5$ de matière hydrocarbonée disparue par le fait de la fermentation secondaire.

» Dans les fermentations avec levûre lavée, dans un milieu aéré, 100 grammes de levûre fraîche ont perdu seulement $3^{gr},2$ de matière protéique, mais ont fixé $4^{gr},84$ de matière hydrocarbonée; le poids du résidu insoluble s'est élevé de $18^{gr},4$ à $20^{gr},04$.

» Il résulte d'une série d'expériences marchant toutes dans le même sens que les précédentes : 1° qu'en se plaçant dans des conditions telles que la levûre ne puisse plus se développer et se multiplier, celle-ci conserve néanmoins la propriété de décomposer le sucre, et que la levûre qui agit sur le sucre désassimile plus d'azote que celle qui est conservée en présence de l'eau, mais sans sucre et sans oxygène. Le rapport entre la quantité de sucre décomposée et la dose de levûre nouvellement formée, c'est-à-dire le *pouvoir comme ferment*, devient alors une quantité *négative*. La cellule vivante de levûre possède donc la propriété de décomposer le sucre qui y pénètre par endosmose et elle exerce cette faculté *indépendamment* de son développement et de sa multiplication, qui ont lieu *simultanément* si les conditions de nutrition s'y prêtent; dans le cas contraire, elle perd *sans rien gagner*, mais n'en fait pas moins fermenter le sucre.

» 2° Que dans la levûre la composition immédiate ou le rapport des matériaux albuminoïdes aux matériaux hydrocarbonés tend à se modifier

dès que les conditions du milieu varient. Pour chaque ensemble de conditions, il s'établit un état d'équilibre correspondant à une composition élémentaire spéciale.

» Nous avons eu l'occasion de constater accessoirement la production de proportions très-sensibles d'aldéhyde dans des fermentations faites avec de la levûre lavée et à l'abri de l'air. La présence de l'aldéhyde signalée dans le vin et les liquides fermentés n'est donc pas seulement due à une oxydation ultérieure de l'alcool. La formation de ce corps est liée directement à la décomposition du sucre et peut se rattacher à celle de 6 molécules de glycérine pour 1 molécule d'acide succinique, dont la somme $C^{22}H^{54}O^{22}$ est plus riche en hydrogène que le sucre initial. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le dosage de la glycose dans le sang.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Wurtz.

« Une série de recherches sur la glycémie pathologique, que j'effectuais ces derniers temps en collaboration avec M. Lépine, m'a convaincu que la méthode suivie en Physiologie pour doser la glycose dans le sang est loin d'être exacte. Je parle de la méthode de Cl. Bernard, préférable cependant aux autres par sa simplicité.

» Nous avons reconnu : 1° que le manuel opératoire suivi par Cl. Bernard était incomplet et fautif; 2° que la marche de la réduction de la liqueur cupropotassique était souvent incertaine lorsqu'il s'agit d'apprécier la limite de la réaction; 3° que la liqueur cupropotassique était réduite par d'autres principes contenus dans le sang.

» Cl. Bernard dit :

« Pour doser la glycose du sang, on reçoit 25 grammes de sang dans une capsule tarée; on ajoute 25 grammes de sulfate de soude en cristaux, ce qui fait en tout 50 grammes; en mélange, on coagule par la chaleur. Comme l'évaporation a fait perdre une certaine quantité de liquide, on rétablit le poids primitif avec de l'eau distillée. On exprime, on filtre. On dose la glycose dans le liquide obtenu avec la liqueur de Fehling. Pour cela on verse le liquide dans une burette de Mohr. Mais le sulfate de soude pourra cristalliser, obstruer la burette, et, par sa présence, nuire à l'évaluation exacte du volume de l'eau-mère sucrée au sein de la burette. »

» Pour éviter cet inconvénient, Cl. Bernard place l'appareil près d'une source de chaleur dans le but d'empêcher la cristallisation (¹).

(¹) Voir Cl. Bernard, *Leçons sur le diabète et la glycogénèse animale*, p. 198 et suiv.; 1878.

» Cette méthode peut donner lieu à deux observations : 1° l'expression du coagulum ne suffit pas pour l'épuiser ; 2° si l'on tient la burette près d'une source de chaleur, on dilatera plus ou moins le liquide suivant la température : de là une cause d'erreur.

» Ce n'est pas tout. Le calcul des expériences donne lieu à plusieurs difficultés dont voici la première.

» La quantité de liquide ayant réduit la liqueur de Fehling est rapportée à 50 centimètres cubes, représentant 25 grammes de sang (1), c'est-à-dire que Bernard admet provisoirement que 25 grammes de sang, plus 25 grammes de sulfate de soude, représentent 50 centimètres cubes. Faisant dans toutes ses recherches la même hypothèse, si la densité du sang ne varie pas, si le sulfate de soude contient toujours la même quantité d'eau, les résultats seront en effet comparables. En est-il ainsi? La densité du sang varie peu : c'est vrai ; mais quoi de plus variable que la quantité d'eau de cristallisation renfermée dans le sulfate de soude, sel qui s'effleurit si facilement à l'air? Les résultats ne sont donc plus comparables si Bernard rapporte ainsi ses observations à une base variable.

» Le second calcul de Cl. Bernard sur le chiffre absolu peut soulever une autre objection (2). Cl. Bernard ne rapporte plus les centimètres cubes de liquide ayant opéré la réduction au chiffre conventionnel de 50 centimètres cubes, mais à 38 centimètres cubes, qui est le volume réel occupé par 25 grammes de sang et 25 grammes de sulfate de soude. Ce calcul me paraît inexact. Jamais 1 centimètre cube, par exemple, du liquide de coagulation, ne représente le $\frac{1}{38}$ du liquide réellement contenu dans le mélange de 25 grammes de sang et de 25 grammes de sulfate de soude. Le chiffre absolu que donne Cl. Bernard a donc une valeur très-relative, surtout encore à cause de la proportion d'eau variable contenue dans le sulfate.

» Avec toutes ces incertitudes on peut se demander s'il est permis d'accepter comme exacts les décigrammes pour 1000 donnés par Cl. Bernard. La moyenne de la glycose dans le sang de l'homme serait de $0^{gr},90$ pour 1000 (3), celle du bœuf est de $1^{gr},27$. Que sera-ce si les différences portent sur les centigrammes? La moyenne dans le sang de cheval serait de $0^{gr},91$ pour 1000, très-voisine de celle de l'homme et de celle du veau, qui est de $0^{gr},99$ pour 1000.

(1) *Loc. cit.*, p. 201 et 202.
(2) *Loc. cit.*, p. 203.
(3) *Loc. cit.*, p. 204.

» Une autre difficulté surgit. Il est malaisé, pour ne pas dire impossible, de saisir exactement la fin de la réduction de la liqueur de Fehling, surtout dans les sangs pathologiques (ictère, urémie). On obtient des teintes verdâtres qui laissent dans l'incertitude.

» Nous sommes convaincu, en outre, que des matières étrangères interviennent et troublent la réduction si nette que donne la glycose; et même avec le sang normal, où la réduction marche mieux, le saccharimètre ne confirme pas les données de la liqueur de Fehling. Nous avons fait deux expériences dans le but d'éclairer ce point fondamental.

» *Première expérience.* — Nous recueillons par la fémorale sur un chien de forte taille (poids, 20 kilogrammes) environ 500 grammes de sang. Quatre heures après nous lui enlevons encore 500 grammes de sang, acceptant cette idée de Bernard que la glycose augmente dans le sang après une forte hémorrhagie. Nous coagulons en présence de 1 kilogramme de sulfate de soude. Le coagulum recueilli sur un filtre est lavé avec une solution chaude de sulfate de soude. Les liquides sont concentrés et dépouillés par cristallisation du sulfate de soude. Nous réduisons le liquide à 100 centimètres cubes. Il a une teinte jaunâtre. Nous le décolorons avec le sous-acétate de plomb et l'examinons au saccharimètre de Laurent. Nous trouvons $2^{gr},33$ de glycose par litre. Le titrage avec la liqueur de Fehling exécuté sur le même liquide, également après précipitation par le sel de plomb, nous donne $3^{gr},00$.

» Avant la précipitation par le sous-acétate de plomb, il nous a été impossible de faire un dosage net. Il se formait un précipité verdâtre masquant la fin de la réduction.

» *Seconde expérience.* — Cette seconde expérience a été effectuée sur le sérum de sang humain, ou, pour parler plus exactement, sur la sérosité abdominale, dans un cas de cirrhose. $5^{lit},500$ de liquide sont retirés par une ponction. Après coagulation en présence du sulfate de soude, filtration, concentration, cristallisation du sulfate, nous obtenons 100 centimètres cubes de liquide qui, traités par le sous-acétate de plomb, puis examinés au saccharimètre, nous ont donné $6^{gr},2$ pour les $5^{lit},500$. La liqueur de Fehling a donné un chiffre correspondant à $8^{gr},7$ pour les $5^{lit},500$, soit donc $1^{gr},12$ pour 1000 avec le saccharimètre et $1^{gr},58$ pour 1000 avec la liqueur cupropotassique.

» Cette expérience fut répétée trois semaines après avec 3 litres de liquide d'ascite. Nous obtînmes avec le saccharimètre $1^{gr},02$ pour 1000 et avec la liqueur cupropotassique $1^{gr},63$.

» Nous ajouterons, pour donner aux observations précédentes toute leur valeur, que les résultats obtenus par la glycose pure avec notre liqueur de Fehling coïncidaient toujours avec ceux qu'on obtenait par le saccharimètre.

» Il résulte, en résumé, de nos expériences et de notre étude critique du procédé de Cl. Bernard: 1° que les chiffres donnés par l'illustre physiologiste sont très-relatifs; 2° que ce caractère relatif explique les divergences de ses résultats avec ceux d'autres expérimentateurs dont les méthodes

également n'échappent pas à toute critique; 3° que l'étude de la glycémie devra être reprise lorsqu'on aura un procédé plus précis que le procédé par la liqueur cupropotassique.

» Nous ne terminerons pas ces considérations sans faire remarquer que MM. Musculus et Mering sont arrivés à des conclusions identiques sur la présence dans le sang, à côté de la glycose, d'autres éléments réducteurs [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de l'acide méthyloxybutyrique normal.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication [2], j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie mes recherches sur l'acide méthyloxybutyrique normal; dans cette Communication, j'ai indiqué que, en traitant le méthylate de sodium en solution dans l'esprit-de-bois, par le bromobutyrate d'éthyle, on obtenait un mélange de méthyloxybutyrate d'éthyle et de méthyloxybutyrate de méthyle, qu'on ne pouvait séparer, mais à l'aide duquel je suis parvenu à obtenir purs l'acide méthyloxybutyrique et ses sels. Il était intéressant d'obtenir à l'état de pureté les éthers éthylique et méthylique de l'acide méthyloxybutyrique : c'est ce que je me suis efforcé de faire.

» *Méthyloxybutyrate d'éthyle* $CH^3-CH^2-CH, OCH^3-CO, OC^2H^5$. — Cet éther s'obtient en traitant en vase clos à 100 degrés pendant plusieurs jours une solution alcoolique de méthyloxybutyrate de sodium (1 molécule) par l'iodure d'éthyle (1 molécule). Il y a formation de méthyloxybutyrate d'éthyle et d'iodure de sodium. Lorsque la réaction est terminée, on sépare l'alcool par distillation et l'on traite le résidu par l'eau; le méthyloxybutyrate d'éthyle se sépare; on le sèche et on le rectifie. On obtient ainsi un liquide mobile, incolore, très-peu soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Il a une odeur agréable et une saveur brûlante. Il est plus léger que l'eau et bout entre 159-161 degrés.

» *Méthyloxybutyrate de méthyle* $CH^3-CH^2-CH, OCH^3-CO, OCH^3$. — Pour obtenir cet éther, on traite une solution de méthylate de sodium (1 molécule) dans l'esprit-de-bois par du bromobutyrate de méthyle (1 molécule); il y a formation de bromure de sodium et de méthyloxybutyrate de méthyle. Cette opération s'effectue de la manière suivante.

---

[1] *Comptes rendus*, 13 janvier 1879.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1026; 1878.

» Dans un ballon renfermant 1 litre d'esprit-de-bois bien sec on ajoute par petites portions 100 grammes de sodium ; après dissolution du métal et refroidissement, on ajoute lentement 750 grammes de bromobutyrate de méthyle; il se fait une vive réaction, et le mélange entre de lui-même en ébullition ; on termine la réaction en maintenant l'ébullition pendant six à huit heures dans un appareil à reflux, puis on distille pour séparer l'esprit-de-bois. Après refroidissement, on reprend par l'eau ; le bromure de sodium se dissout et le méthyloxybutyrate de méthyle vient nager à la surface du liquide ; on le sépare, on le sèche sur du carbonate de potasse et on le distille.

» Le méthyloxybutyrate de méthyle constitue un liquide mobile, plus léger que l'eau. Il est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et l'esprit-de-bois. Il a une odeur qui n'est pas désagréable. Il distille entre 145 et 155 degrés, mais la majeure partie passe entre 150 et 155 degrés.

» Comme, à ma connaissance, le bromobutyrate de méthyle n'a pas encore été décrit, je vais en indiquer brièvement la préparation et les propriétés.

» Pour obtenir le bromobutyrate de méthyle $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH,Br\text{-}CO,OCH^3$, on introduit dans 4 parties d'esprit-de-bois bien sec 5 parties d'acide bromobutyrique normal brut et l'on porte le mélange à l'ébullition pendant six à huit heures. Après refroidissement, l'éther formé est précipité par l'eau, lavé avec une solution faible de potasse, séché sur du carbonate de potasse et distillé. Pendant cette distillation, cet éther subit une légère décomposition en devenant acide. On le lave de nouveau avec une solution faible de potasse, on le sèche et on le rectifie ; on ne recueille que ce qui passe au-dessus de 165 degrés. La majeure partie distille entre 165 et 172 degrés, sans presque s'altérer ; cependant, vers la fin de la distillation, il se produit une très-petite quantité d'acide bromhydrique.

» Le bromobutyrate de méthyle constitue un liquide lourd, plus dense que l'eau. Il possède une odeur peu agréable. Ses vapeurs piquent fortement les yeux. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble en toutes proportions dans l'esprit-de-bois, l'alcool et l'éther.

» *Méthyloxybutyramide* $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH,OCH^3\text{-}CO,AzH^2$. — Cette amide s'obtient en chauffant en vase clos à 100 degrés pendant quelques jours du méthyloxybutyrate de méthyle avec trois fois son volume d'alcool absolu, saturé de gaz ammoniac. Après refroidissement, le mélange demeure liquide ; abandonné dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique.

il dépose une masse cristalline que l'on presse et que l'on purifie par quelques cristallisations dans l'eau. On obtient ainsi une masse cristalline formée de fines aiguilles entrelacées qui emprisonnent l'eau-mère dans le réseau qu'elles forment entre elles. Par pression, on se débarrasse du liquide.

» La méthyloxybutyramide normale se présente sous la forme de fines aiguilles entrelacées. Cette amide est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Elle ne peut être séchée que dans le vide, car elle se volatilise déjà avant 100 degrés. Elle fond entre 77 et 78 degrés, en donnant un liquide incolore qui se solidifie par le refroidissement en une masse blanche cristalline. Chauffée plus fortement, elle entre en ébullition, se sublime, mais s'altère un peu en développant une odeur forte ([1]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Analyse de quelques fourrages et observations sur le dommage causé aux fèves d'Italie par les Bruches.* Note de M. **H. Grosjean**. (Extrait.)

« Je me suis attaché à déterminer, dans les limites actuelles des méthodes d'analyse immédiate, les substances qui composent quelques-uns des fourrages entrant dans l'alimentation des chevaux ([2]).

» Les *corps pectiques* entrent dans la composition de presque toutes les matières végétales. En suivant la méthode indiquée par M. Schlœsing, on a trouvé que les avoines contiennent des quantités de pectose comprises entre 0,20 et 0,37 pour 100. Le maïs n'en renferme que des traces. Les fèves, où les corps pectiques se trouvent à l'état de pectate de chaux, localisé dans l'épisperme qui forme les 0,16 du poids de la graine totale, donnent la proportion de 1,88 pour 100. Dans la fabrication de la farine de fèves, l'épisperme est enlevé. On le trouve dans le commerce sous le nom de *son de fèves*; il contient 11,50 pour 100 de matières pectiques et est employé à l'alimentation des animaux de la ferme. La paille, le son, le foin, donnent les quantités respectives de 1,00, 2,03 et 4,46 pour 100 de pectose.

([1]) Ce travail a été exécuté à la Faculté des Sciences de Lille.

([2]) Les échantillons qui ont été examinés ont été fournis par la Compagnie générale des Omnibus; ils sont au nombre de neuf : trois avoines de provenances différentes, du maïs concassé, des féveroles (fèves d'Italie), du son de blé, du foin, de la paille, et une ration composée d'avoine, de maïs et de fèves, préparée d'avance.

» On a également déterminé le taux des *matières sucrées* qui entrent dans ces fourrages; on peut les considérer comme étant du *sucre de canne* dans les graines et le son, et du *glucose* dans le foin et la paille. Les proportions de matières sucrées sont les suivantes : avoine, de 0,5 à 1 pour 100; maïs, 0,8; fèves, 1,25; son, 2,5; foin, 1,5; paille, traces.

» Dans le cours des analyses sur les fèves d'Italie, on a été frappé du grand nombre d'insectes qui les ont attaquées. Ces insectes appartiennent tous à la même espèce; je dois à M. E. Blanchard d'avoir bien voulu m'en donner la détermination : c'est la Bruche des fèves (*Bruchus rufimanus* Sch.).

» La proportion des fèves atteintes sur la totalité est de 50 pour 100; un tiers de celles-ci le sont par un seul insecte; un autre tiers, par deux; un sixième, par trois; l'autre sixième, par quatre et cinq.

» 200 fèves endommagées contiennent un nombre de Bruches compris entre 380 et 400; en moyenne donc, chaque fève attaquée l'est par deux insectes. Si l'on rapproche ce résultat du taux de 50 pour 100 précédemment trouvé, on pourra en conclure que, dans le fourrage étudié, *il y a autant de Bruches que de fèves*.

» La perte de poids résultante, obtenue par la différence existant entre le poids d'un nombre déterminé de fèves indemnes et celui du même nombre de fèves endommagées, est de 18,5 pour 100. Un quintal est ainsi réduit à $81^{kg},5$: c'est presque une perte d'*un cinquième*. Ces chiffres n'ont pas besoin de commentaires; on conçoit facilement, d'après cela, la perte que supporterait un marchand qui aurait acheté à l'époque des récoltes, où les Bruches ne sont encore qu'à l'état de jeunes larves, une grande quantité de ce fourrage, et qui ne le vendrait qu'au printemps suivant, moment où les insectes sont sortis. En mettant le quintal de fèves à $18^{fr},50$, cela constitue une perte sèche de $3^{fr},40$, sans compter la dépréciation que le mauvais aspect des graines peut introduire sur le marché [1].

» En examinant la composition chimique des insectes parfaits, on a trouvé qu'ils contiennent 50 pour 100 d'eau, 15,80 de matières grasses et 5,50 d'azote.

[1] La germination n'est pas empêchée par la présence des insectes; on peut constater facilement, en effet, que l'embryon de la graine n'est jamais atteint. Le développement ultérieur de la plante n'en souffre pas; il reste toujours assez de matière amylacée et azotée dans les cotylédons pour nourrir le jeune végétal jusqu'à ce qu'il puisse prendre possession de sa vie aérienne. *Les fèves atteintes peuvent donc être employées comme semence*, au même titre que celles qui ne le sont pas.

» Chaque Bruche, en moyenne, consomme 140 milligrammes de fèves, contenant 37 milligrammes de matière albuminoïde, $2^{mgr},4$ de matières grasses, $55^{mgr},4$ d'amidon (et congénères) et $1^{mgr},8$ de sucre. Il peut être intéressant de voir comment l'insecte emploie ces matériaux.

» Une Bruche contient $1^{mgr},8$ de matières grasses, c'est-à-dire $0^{mgr},6$ *de moins qu'elle n'en a mangé.* L'insecte, comme tout animal, forme de la graisse aux dépens de l'amidon et du sucre; le déficit constaté doit être une portion de la perte produite par la combustion respiratoire.

» Les mêmes considérations appliquées à l'azote nous donnent les résultats suivants : l'insecte contient $0^{mgr},6$ d'azote et mange 37 milligrammes de matière albuminoïde, soit 6 milligrammes d'azote; *il fixe donc le dixième de ce qu'il a consommé.* Cette perte peut être attribuée à trois causes : 1° à l'azote organique des déjections de la larve (farine qui tombe au moindre choc); 2° à l'ammoniaque que ces mêmes déjections ont pu dégager; 3° à une exhalation d'azote gazeux (¹). »

EMBRYOLOGIE. — *Évolution comparée des glandes génitales mâle et femelle chez les embryons de mammifères.* Note de M. **Ch. Rouget**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« Dès que le rudiment commun des glandes génitales s'est caractérisé par l'allongement des cellules péritonéales qui recouvrent la bandelette génitale et par l'épaississement de cette couche épithéliale (le douzième jour chez les embryons de lapin), on découvre entre les cellules cylindriques de l'épithélium de gros noyaux vésiculeux, à nucléole brillant, entourés d'une mince couche de protoplasma, les *ovules primordiaux,* en rapport intime avec l'extremité conique, enchâssée aussi dans la couche épithéliale, de cordons cellulaires pleins et sans enveloppe. Ceux-ci constituent la masse principale du bourrelet génital, convergent vers la paroi capsulaire des glomérules du corps de Wolff : ce sont les *cordons segmentaires* (Max Braun).

» Les ovules primordiaux, d'abord en contact seulement avec les cellules terminales des cordons, s'engagent bientôt dans leur épaisseur, au niveau même de la couche épithéliale, et se montrent entourés de petites cellules à noyaux ovoïdes, qui constituent ces cordons. Descendant gra-

(¹) Ce travail a été fait aux laboratoires de l'école d'application de l'Institut agronomique, sous la direction de M. Müntz.

duellement dans l'intérieur des cordons, les ovules ont déjà atteint la partie centrale du bourrelet génital chez des embryons de lapin de 14 millimètres. Bientôt chaque cordon renferme plusieurs ovules, disposés en série linéaire, mais isolés les uns des autres par des amas de petites cellules.

» La différenciation sexuelle s'accuse d'abord par la disparition des ovules de la couche épithéliale et la rétraction des cordons entraînant ces ovules, en même temps que des couches de cellules fusiformes, première ébauche de l'*albuginée,* caractéristique de la glande mâle, séparent définitivement, dans cette glande, les ovules et les cordons de l'épithélium péritonéal. Celui-ci devient plus mince, non-seulement par suite du raccourcissement des cellules cylindro-coniques, mais aussi par suite du départ des ovules primordiaux et des cônes terminaux des cordons cellulaires (seizième jour).

» Du seizième au vingtième jour, le nombre des ovules augmente rapidement dans les cordons cellulaires des deux glandes, autant et plus même dans la glande mâle, où ils n'ont plus de relations avec l'épithélium *prétendu germinatif*, que dans la glande femelle, où elles persistent. La multiplication des ovules est bientôt telle dans la partie corticale des cordons cellulaires, que, dans les deux tiers de l'épaisseur pour la glande mâle, un tiers seulement pour la glande femelle, ils sont complétement envahis par les ovules, dont le volume s'est accru en même temps que le nombre, et qui, pressés les uns contre les autres, imbriqués les uns sur les autres, ne laissent plus voir aucun vestige des éléments propres des cordons. Ceux-ci apparaissent comme uniquement constitués par des ovules nus. Cependant les cellules primitives à noyau ovoïde n'ont pas complétement disparu; dissociées et masquées par la prolifération des ovules, on les retrouve sur les coupes très-minces d'où les ovules sont en partie enlevés, isolées les unes des autres et logées dans les vides que laissent entre elles les sphères ovulaires.

» Chez les embryons femelles de lapin, de porc, de ruminants, chez les fœtus humains de trois à six mois, chez les chattes et les chiennes nouveau-nées, ces cellules à noyau ovoïde, reliées les unes aux autres par des prolongements membraneux de protoplasma, forment un *reticulum* dans les mailles duquel sont logés les ovules. C'est vraisemblablement par la multiplication des noyaux dans le protoplasma de ce *reticulum* que se constitue plus tard la couche de cellules plates des follicules primordiaux.

» Dans les cordons ovulaires corticaux du testicule comme dans ceux de l'ovaire, les petites cellules des cordons, bien que masquées également par

l'énorme développement des ovules, persistent en plus grand nombre même et se multiplient plus rapidement que chez la femelle; chez les lapins de quinze jours à un mois, chez les jeunes chats nouveau-nés, elles se montrent tant à la périphérie qu'au centre des cordons séparant les ovules les uns des autres. Les ovules de la glande mâle persistent et prolifèrent après la naissance, pendant l'enfance; ce sont eux qui, chez les mâles adultes, constituent les grandes cellules rondes, les *spermatogonies* de La Valette Saint-Georges [1], qui signale leur ressemblance avec de jeunes ovules. Il y a plus que ressemblance, il y a identité de constitution et d'origine entre ces ovules et ceux des jeunes femelles, provenant les uns comme les autres de la prolifération des ovules primordiaux au sein des cordons cellulaires segmentaires. Si je n'ai pu suivre d'une manière continue toutes les phases de l'évolution que chez les embryons de lapin, j'ai pu constater un mode de développement identique chez les embryons mâles et femelles de ruminants, de porc, de chien, sur des embryons humains de trois mois, de quatre mois, de cinq mois et demi et de sept mois et demi, des enfants nouveau-nés de trois mois, de dix mois, de deux ans, chez de jeunes lapins, de jeunes chats, de jeunes chiens, et retrouver partout les chaînons qui relient aux *ovules primordiaux* de la période d'indifférence sexuelle non-seulement les ovules de la glande femelle, mais aussi les ovules de la glande mâle des adultes.

» Ainsi la présence d'ovules, comme éléments essentiels du testicule, constatée d'abord par Balbiani chez les *plagiostomes* et récemment, par le même observateur, chez des embryons de mouton de 9 centimètres, apparaît comme une condition constante de l'organisation de la glande mâle chez les mammifères, chez l'homme et, selon toute probabilité, chez tous les vertébrés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la non-excitabilité de l'écorce grise du cerveau* [2]. Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« .... En poursuivant des recherches sur l'excitabilité de la substance grise des circonvolutions cérébrales, j'ai été amené à essayer de paralyser isolément cette substance, afin d'examiner si l'électrisation de la surface du cerveau, pratiquée dans ces conditions, produirait encore les mêmes

(1) *Archiv für mikrosk. Anat.*, 1878.

(2) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

effets que dans les cas où l'écorce cérébrale possède toute son activité. Il me sembla que je pourrais atteindre mon but en opérant la ligature des principales artères destinées à l'encéphale. Je liai donc, sur des chiens, les quatre troncs artériels qui se rendent à l'intérieur du crâne (artères carotides et vertébrales), ou trois d'entre eux, et je fis ensuite sur ces animaux des expériences dont les résultats me paraissent offrir un certain intérêt.

» Le gyrus sigmoïde, chez les chiens qui ont subi les ligatures artérielles préalables sus-indiquées, devient plus sensible à l'électricité, et il suffit de courants faibles pour déterminer des contractions des membres du côté opposé. De plus, une lésion corticale qui n'aurait aucune influence sur un animal à l'état normal détermine constamment, après la quadruple ligature, des troubles de mouvement marqués : il a suffi, dans la plupart de mes expériences, de découvrir le cerveau d'un côté, au niveau du gyrus, pour observer ensuite des contractures ou des paralysies dans les membres du côté opposé à celui sur lequel avait porté la trépanation.

» Il y a donc, par le fait de la ligature des carotides et des vertébrales, production plus facile et exagérée de tous les phénomènes attribués à l'excitabilité de certaines circonvolutions. Ce résultat semblerait tout d'abord pouvoir être attribué aux modifications physiologiques produites dans le cerveau proprement dit par cette ligature. Mais cette explication ne saurait être admise, car l'augmentation des effets est entièrement constante; elle s'est manifestée aussi bien dans les cas assez rares où la quadruple ligature avait déterminé un arrêt complet du sang dans les circonvolutions que dans d'autres expériences où la circulation de l'écorce grise était peu modifiée, dans celles, par exemple, où la carotide avait été laissée libre du côté du cerveau découvert. Les résultats observés ne dépendent donc pas des modifications très-variables produites dans la nutrition et le fonctionnement de l'écorce grise par les ligatures artérielles.

» J'ai été amené ainsi à penser que ces phénomènes, consécutifs à la ligature des artères encéphaliques, pouvaient être dus au trouble produit par cette ligature dans la circulation de la moelle et du bulbe, et que, s'il y avait alors exagération des troubles produits par les lésions ou les irritations d'un côté du cerveau, on pouvait l'attribuer à ce que les éléments de la moelle et du bulbe étaient devenus plus excitables.

» Le bien fondé de cette explication a été établi par une série de faits.

» Sur plusieurs animaux qui, ayant un côté du cerveau simplement découvert depuis une ou deux heures, présentaient dans les membres opposés des accès de contracture monoplégique ou hémiplégique, j'ai pu enlever non-seulement la substance grise du gyrus, mais même la moitié antérieure du côté du cerveau découvert, et j'ai vu les accès de contracture persister six, douze, quatorze minutes après cette ablation.

» Si la contracture consécutive à une lésion corticale persiste après l'ablation de tout le cerveau de ce côté, c'est donc que cette contracture n'est pas produite directement par la lésion corticale et qu'elle a son point de départ dans l'irritation fonctionnelle d'éléments situés plus bas que le cerveau enlevé, c'est-à-dire dans des éléments du bulbe et de la moelle.

» D'autre part, sur ces animaux dont un côté du cerveau était découvert et dont les artères encéphaliques étaient liées depuis quelques heures, j'ai déterminé par des excitations diverses, électriques ou autres, des attaques épileptiformes généralisées. Or, dans plusieurs cas, la contracture a occupé uniquement le tronc et les membres du même côté que l'hémisphère cérébral excité, et j'ai pu ainsi réaliser expérimentalement pendant six à dix minutes ce fait, signalé en Clinique, d'une contracture hémiplégique se produisant du côté de la lésion corticale.

» Sur les animaux qui avaient présenté ce phénomène, j'ai enlevé ou détruit complétement la moitié antérieure des deux côtés du cerveau, et j'ai pu ensuite, par de nouvelles irritations, déterminer de nouvelles attaques qui, comme les précédentes, ont été plus durables ou plus complètes dans les membres du côté où le cerveau avait été primitivement découvert. Cette localisation particulière de l'attaque épileptiforme ne dépendait donc pas directement de l'excitation du côté correspondant du cerveau proprement dit, puisqu'elle persiste après l'ablation de la partie excitée, et elle est due aussi à la modification que la lésion corticale primitive a déterminée à distance dans le côté opposé du bulbe rachidien.

» De ces faits je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» La substance grise de l'écorce cérébrale ne joue aucun rôle dans les phénomènes produits par l'excitation de la surface du cerveau, puisque ces phénomènes restent les mêmes, que cette substance grise soit intacte ou qu'elle soit paralysée par un anesthésique, que sa circulation soit nulle ou qu'elle soit normale.

» L'influence de l'irritation ou des lésions de certains points de l'écorce grise cérébrale est transmise par les fibres blanches à des éléments situés plus bas, dans le bulbe et la moelle, éléments qui sont seuls en rapport

direct avec les appareils musculaires, et c'est par l'intermédiaire de modifications passagères ou durables de ces éléments bulbo-médullaires que les lésions corticales peuvent quelquefois déterminer des troubles des mouvements des membres. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Note pour servir à l'histoire des expansions pédonculaires*. Note de M. **Bitot** (de Bordeaux), présentée par M. Vulpian. (Extrait par l'auteur.)

« D'après mes recherches, dont les résultats sont reproduits par la Photographie, les expansions pédonculaires ou capsulaires n'aboutiraient qu'à quelques districts de la périphérie cérébrale. Elles formeraient trois groupes : antérieur, moyen, postérieur.

» Le *groupe antérieur* se rend sous forme de courbes ou d'arcs aux extrémités postérieures des circonvolutions orbitaires et à la région antérieure de l'insula.

» Le *groupe moyen*, contrairement au précédent, traverse toute l'épaisseur du centre ovale et aboutit au district rolando-paracentral (lobule paracentral, pédicules de la première circonvolution frontale, de la frontale ascendante et de la pariétale ascendante). Quelques-uns de ses faisceaux, dirigés en dehors et en arrière, convergent vers le pédicule du lobule pariétal inférieur ou lobule du pli courbe.

» Le *groupe postérieur* contracte par une partie de ses fibres des rapports intimes avec les corps genouillés de la couche optique (ces fibres sont les fibres optiques de Gratiolet) et s'enfonce comme un clou dans le centre ovale du lobe occipital.

» Donc, eu égard à ses rapports avec les terminaisons pédonculaires ou capsulaires, la substance corticale du cerveau peut être divisée en deux parties : l'une *capsulaire*, excitable; l'autre *acapsulaire*, non excitable. Seules les parties capsulaires peuvent constituer des centres psychomoteurs.

» Les lésions cérébrales pathologiques ou expérimentales ne s'accuseront d'emblée par des troubles de sensibilité ou de motricité que si elles siégent sur le trajet ou à la terminaison des expansions pédonculaires, véritables nerfs intrinsèques du cerveau.

» Les lésions qui s'effectueront sur toute autre partie blanche ou grise ne produiront ni anesthésie ni paralysie motrice, mais elles se traduiront

par d'autres symptômes, tels que des troubles intellectuels, etc., ou bien elles resteront latentes.

» Ces résultats anatomiques complètent les données fournies par la Physiologie expérimentale et la Clinique, en y ajoutant toutefois cette particularité, que les extrémités postérieures des circonvolutions orbitaires reçoivent aussi des faisceaux capsulaires, comme le district rolando-paracentral. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la nature des albumines de l'hydrocèle.* Note de M. J. **Béchamp.**

« Dans une Note (¹) publiée il y a quelques mois sur la nature des albumines de l'hydrocele, je démontrais que, dans tous les cas observés, quelle que fût la nature de l'hydrocèle, il existait dans ce liquide d'épanchement une matière albuminoïde d'un pouvoir rotatoire sensiblement constant de 70°↖. J'ai encore vérifié ce fait depuis. Grâce à ces nouveaux cas observés et à l'abondance de la matière isolée, j'ai pu en faire une étude plus complète.

» Je me suis demandé si la matière albuminoïde isolée ne serait pas un mélange. En effet, M. A. Béchamp a isolé du blanc d'œuf, outre l'albumine de M. Wurtz, deux autres albumines, et le blanc d'œuf, malgré ce mélange de trois albumines, n'en a pas moins un pouvoir rotatoire sensiblement constant. La matière albuminoïde de l'hydrocèle ne serait-elle pas aussi un mélange d'albumines diverses, ayant un pouvoir rotatoire sensiblement constant? J'ai appliqué la méthode générale de M. A. Béchamp, et essayé sur la matière albuminoïde de l'hydrocèle déjà purifiée l'action de l'acétate de plomb à divers degrés de basicité. Je suis arrivé ainsi à isoler certainement deux, peut-être trois matières albuminoïdes distinctes. En effet, en traitant le mélange albumineux naturel par l'acétate monoplombique, on obtient un premier précipité. Le composé insoluble étant séparé par le filtre, on constate que le liquide ne précipite que très-peu par l'acétate tribasique; après avoir séparé ce second précipité, la liqueur filtrée donne un nouveau et dernier précipité par l'acétate sexplombique.

» Le précipité obtenu par l'acétate triplombique est trop faible pour être traité. Les deux autres sont soumis séparément à l'action de l'acide

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVII.

carbonique qui enlève tout le plomb. Les liquides limpides, observés au polarimètre, donnent les pouvoirs rotatoires suivants :

Albumine monoplombique........	$[\alpha]_j = 65°,8$ ↘
» sexplombique..........	$[\alpha]_j = 72°,2$ ↘

» Le pouvoir rotatoire de ces albumines écarte toute analogie possible avec celles du sang. En effet, le pouvoir rotatoire le plus élevé d'une des albumines de ce liquide ne dépasse pas 63° ↘.

» Ces deux albumines sont en quantité sensiblement égales, ce qui donne pour pouvoir rotatoire d'un mélange à parties égales $[\alpha]_j = 69°$ ↘, c'est-à-dire sensiblement le pouvoir rotatoire du mélange naturel. Peut-être la légère différence est-elle due à l'albumine triplombique, que je n'ai pas pu isoler.

» Les deux albumines sont précipitables par l'alcool, et solubles dans l'eau après leur précipitation, ce qui les différencie encore de celles du sang, qui sont absolument insolubles dans l'eau après ce traitement. Elles ne laissent que des traces de cendres après leur incinération.

» Outre le pouvoir rotatoire, d'autres caractères distinguent encore entre elles les deux albumines de l'hydrocèle. J'avais déjà annoncé que le mélange agissait comme zymase en liquéfiant l'empois de fécule. Cette propriété n'appartient qu'à l'une d'elles. L'albumine monoplombique n'agit pas sur l'empois; la sexplombique, au contraire, la liquéfie en une ou deux heures à + 40°. Mais l'énergie de cette zymase est faible; tandis que la sialozymase, la néfrozymase transforment la fécule en glucose, celle-ci n'arrive qu'à la fécule soluble.

» J'ai démontré plus haut que les albumines de l'hydrocèle étaient absolument différentes de celles du sang. Dans les divers liquides d'épanchement que j'ai eu l'occasion d'étudier, je n'ai pas encore rencontré une albumine du sang. En voici des exemples :

Épanchement pleurétique.

Albumine soluble (après précipitation par l'alcool).......	$[\alpha]_j = 59°,8$ ↘
Albumine insoluble (en solution acétique).............	$[\alpha]_j = 66,8$ ↘

Ascite.

Albumine soluble (zymase).....................	$[\alpha]_j = 64,6$ ↘
Albumine insoluble.........	$[\alpha]_j = 81,6$ ↘

Péricardite.

Albumine soluble......	$[\alpha]_j = 61,7$ ↘
Albumine insoluble.............................	traces.

» Je crois pouvoir dire, dès aujourd'hui, que les albumines contenues dans les liquides d'épanchement ne sont jamais celles du sang : celles-ci sont transformées par le tissu qu'elles traversent ; il n'y a pas simple transsudation ».

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur un Leptothrix trouvé pendant la vie dans le sang d'une femme atteinte de fièvre puerpérale grave.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Ch. Robin.

« I. Dans le sang de la malade, deux jours avant la mort (juin 1878), on trouva un nombre considérable de filaments immobiles, simples ou articulés, transparents, droits ou courbes, dont chaque article était long de $0^{mm},003$ à $0^{mm},006$ pour une largeur de $0^{mm},0005$ à $0^{mm},0003$. Nous retrouvâmes ces mêmes bâtonnets dans le sang du cadavre. Le sang du cœur recueilli à l'abri du contact de l'air, puis cultivé dans des tubes de M. Pasteur, ne contenait que de l'air pur. Ce fait nous démontra qu'il s'agissait bien de cryptogames que nous n'avions pas encore rencontrés.

» Ils appartiennent au genre Leptothrix ; ils ressemblent beaucoup aux bâtonnets immobiles de l'enduit gingival ; mais ils en diffèrent en ce qu'on les rencontre toujours seuls dans le sang frais, tandis que les Leptothrix de la bouche sont toujours accompagnés de bactéries oscillantes et de spores mobiles d'où ils procèdent. La putréfaction détruit les bâtonnets immobiles qui, d'abord mélangés à des formes vibrioniqnes multiples, finissent par disparaître complétement. Conservés sur des plaques convenablement bitumées, ils deviennent franchement granuleux et se cassent.

» II. L'inoculation de ces corps avec du sang vivant ou mort, ou cultivés, pratiquée sur des cobayes, établit sa toxicité et leur reproduction innombrable dans le sang. L'état pathologique ainsi déterminé se marque par une incubation plus ou moins longue et un stade morbide caractérisé par une légère augmentation de la température, bientôt suivie d'une chute thermométrique progressive ; surviennent ensuite un suintement sanguinolent de l'une ou l'autre muqueuse, un état particulier des poils, une grande gêne respiratoire et une légère perte de poids. La mort arrive par asphyxie lente.

» Les lésions cadavériques sont : une infiltration séreuse autour du point d'inoculation, des stases sanguines, un état hydrémique du sang, le ramollissement des hématies, de la leucocythémie et la présence d'une

infinité de bâtonnets immobiles, libres dans le sérum ou ramassés en pelotons dans le caillot; les petits vaisseaux en sont souvent comme oblitérés. La multiplication des Leptothrix est bien plus rapide chez le lapin, où la période d'incubation est presque nulle.

» III. La virulence du sang et des sérosités des animaux morts ainsi est démontrée par le retour des mêmes accidents et des mêmes lésions chez des cobayes auxquels on inocule des doses de plus en plus petites, même infinitésimales, de ces liquides. Cette virulence diffère de celle de la septicémie en ce qu'elle reste toujours la même et qu'elle n'augmente pas les inoculations successives. L'inoculation du sang d'un animal contaminé vivant à un autre ne reproduit l'infection qu'autant que le sang du premier tient déjà en suspension des Leptothrix, ce qui a toujours lieu dès que la seconde période est établie. On peut s'en assurer par l'examen microscopique du sang de l'oreille.

» IV. L'inoculation des produits obtenus, en appliquant à ce sang la méthode habituelle d'extraction des ferments solubles, ne nous permet pas d'attribuer la septicité à un agent de ce genre; ce qui confirme cette assertion, c'est que les principes infectieux ne traversent pas le papier à dialyser; le dialyseur retient les Leptothrix et les matières albuminoïdes du sang. La dessiccation à des températures peu élevées, la congélation n'ont pas d'action appréciable sur l'action toxique du sang chargé de bâtonnets; ceux-ci, du reste, ne se modifient pas dans ces conditions.

» V. Le sang perd parfois spontanément tous ses Leptothrix, avant toute apparence de putréfaction; la cessation de toute propriété infectante est toujours la conséquence de ce phénomène que l'on reproduit à coup sûr en privant le sang du contact de l'air. On peut rendre inoffensive toute dilution sanguine en la filtrant dans le vide à travers d'épaisses couches de charbon, ou en la laissant se dépouiller de ses bâtonnets qui se déposent petit à petit dans les couches inférieures du liquide (système Chauveau), ou encore en les *collant* très-vite avec du blanc d'œuf très-frais. Ces deux dernières méthodes échouent quand on les applique aux sangs rendus septiques par la présence de vibrions. L'eau de lavage du charbon filtrant, filtrée sur du papier gris, tient en suspension les Leptothrix de la dilution initiale; inoculée, elle reproduit l'infection avec tous ses caractères.

» VI. Les cultures successives des Leptothrix du sang dans de l'urine alcaline, suivant les règles de M. Pasteur, ne laissent pas de doute sur la végétation infinie des bâtonnets qui sont aérobies; ils procèdent de spores ovoïdes. La persistance de la toxicité dans ces conditions démontre que le

Leptothrix agit, par son excessive multiplication, à la façon des parasites.

» VII. Le contact immédiat de l'alcool, et surtout de l'alcool camphré, modifie et détruit la septicité du sang en agissant sur les filaments, qui deviennent granuleux et se brisent. L'action de ces agents est bien plus sensible sur les dilutions que sur le sang, parce que dans le sang les Leptothrix peuvent être protégés par les produits de coagulation qui les englobent. Le contact prolongé de l'acide carbonique a des effets sensiblement analogues à ceux de l'alcool camphré. La destruction des Leptothrix est surtout assurée par les températures de 130 à 140 degrés. Les liquides ainsi chauffés perdent tout pouvoir infectieux.

» VIII. Nous avons inoculé les Leptothrix de la bouche à des cobayes et à des lapins sans obtenir de végétation parasitaire dans leur sang. Nous avons ensuite et mainte fois constaté que notre Leptothrix, qui se développe si bien chez le cobaye et surtout chez le lapin, ne se reproduit pas du tout dans le sang du chien. Nous pouvons donc affirmer qu'entre des Leptothrix de même forme il y a de grandes différences vitales, et que leur développement est subordonné, comme pour tous les parasites cryptogamiques, à la nature du terrain où ils ont été semés par le hasard ou l'expérimentation. »

M. **Pasteur**, à la suite de la présentation, par M. Robin, de la Note précédente, annonce que mardi dernier il a communiqué à l'Académie de Médecine quelques observations sur l'étiologie de la fièvre puerpérale; que, dans le courant de la semaine, il a fait des études nouvelles à la Maternité, dans le service de M. le Dr Hervieux, et à Lariboisière dans le service de M. Maurice Raynaud. Il informera de ces dernières demain l'Académie de Médecine et ultérieurement l'Académie des Sciences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les modifications des propriétés physiques de l'amidon.* Note de M. F. **Musculus**. (Extrait.)

« *Résumé.* — La matière amylacée peut exister à l'état *colloïde* et à l'état *cristalloïde*.

» A l'état colloïde, elle est soluble dans l'eau, saccharifiable par les ferments diastasiques et les acides minéraux dilués et bouillants, mais elle subit facilement des modifications qui la rendent insoluble, même dans l'eau bouillante, et inattaquable par les ferments et les acides. Elle est colorable

en bleu par l'iode; la modification insoluble se colore en rouge ou en jaune par l'iode. Quand elle a été préalablement traitée par les ferments ou les acides dilués, elle donne de nouveau la réaction bleue si on la désagrége par l'acide sulfurique concentré ou les alcalis caustiques, et redevient saccharifiable.

» A l'état cristalloïde, elle peut être obtenue sous forme de cristaux isolés facilement solubles dans l'eau froide; ces cristaux s'agglomèrent rapidement et deviennent alors de moins en moins solubles. L'amidon cristallisable subit donc les mêmes modifications que l'amidon colloïde; il reste, toutefois, soluble dans l'eau chauffée à 50 ou 60 degrés. Il reste également toujours saccharifiable par les ferments et les acides. En cristaux isolés, il ne se colore pas avec l'iode; en solution étendue, il prend une couleur rouge avec l'iode; en solution concentrée, une couleur violette ou bleue, suivant la concentration. Il passe à travers le papier parchemin, quoique difficilement.

» Ainsi donc la matière amylacée peut exister sous forme de cristaux solubles dans l'eau froide et sous un état voisin de la cellulose, où elle est alors insoluble même dans l'eau bouillante. Ces modifications de cohésion sont tout à fait analogues à celles de la cellulose. La nature nous montre en effet cette matière tantôt à l'état de tissu tendre, colorable directement en bleu par l'iode et attaquable par les ferments diastasiques, dans les cotylédons de certaines graines; tantôt à l'état de masse compacte et dure, que les réactifs les plus énergiques ne désagrégent qu'avec peine, dans les noyaux de cerises ou de prunes, de sorte que l'analogie que l'on constate entre les propriétés chimiques de ces deux corps se retrouve dans leurs propriétés physiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des particules ferrugineuses observées dans la poussière amenée par un coup de vent de siroco en divers points de l'Italie.* Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques observations sur la poussière tombée pendant le dernier cyclone de février 1879. Le siroco s'est manifesté ici dans l'après-midi du 24, avec le vent chaud de sud-est très-fort (40 kilomètres), et le thermomètre est monté à + 23°,6. Le ciel, peu avant le coucher du Soleil, présentait une teinte rouge orangé, indice certain de la présence de poussières suspendues dans l'air et trans

portées par le vent. En effet, le jour suivant, avec la pluie, j'ai observé la poussière atmosphérique à Palerme, le professeur Ciofalo à Termini et le professeur Ricco à Naples.

» La poudre recueillie à Naples a la même couleur et la même finesse que celle de Termini ; la poudre de Palerme est d'un jaune plus faible, à cause de son mélange avec la poussière locale.

» Le professeur Macagno, directeur de notre station agraire, a bien voulu me préparer trois verres pour le microscope. Avec un agrandissement de 500, il put constater partout la présence de sphérules ou globules noirs, qu'il supposa être du fer météorique ; les réactifs chimiques décelèrent la présence du fer. Avec un aimant, on put retirer de la poussière des particules qui, placées sous le microscope, présentaient les mêmes caractères de sphérules. Enfin, nous avons mesuré le diamètre de plusieurs de ces globules de fer dans les trois préparations ; on a trouvé des valeurs comprises entre $0^{mm},004$ et $0^{mm},028$ pour Palerme ; entre $0^{mm},007$ et $0^{mm},020$ pour Naples ; entre $0^{mm},011$ et $0^{mm},041$ pour Termini ; ces valeurs s'accordent assez bien avec celles qu'ont données MM. Meunier et Tissandier, dans leur Note présentée à l'Académie le 18 février 1878, à propos de la présence de sphérules magnétiques, analogues à celles des poussières atmosphériques, dans des roches appartenant aux anciennes périodes géologiques ; nos valeurs concordent même assez bien avec les diamètres donnés pour les sphérules magnétiques trouvées dans le fond de la mer, qui ont été collectionnées sur les côtes de Tunisie et d'Algérie, ce qui augmente la probabilité que la poussière du 25 provienne de l'Afrique.

» C'est là, pour la poussière du siroco, une observation que je crois nouvelle, et qui me paraît assez importante pour servir à la recherche de l'origine du courant. D'autre part, il me semble que l'on sera obligé, dans plusieurs cas du moins, d'attribuer à ce phénomène les sphérules dites *météoriques*, que présentent les poussières ramassées dans les lieux les plus distants et dans les situations les plus diverses, dans la neige, etc., etc. Si même on se reporte à la Note de M. Lawrence Smith sur le fer natif du Groënland, je crois qu'il n'est plus permis d'exclure les sources terrestres dans l'énumération des divers modes de provenance des sphérules. Il est bien entendu que cela n'infirme en rien l'origine cosmique d'une partie d'entre elles. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Morphologie du follicule dentaire chez les vertébrés.* Note de MM. Ch. Legros et E. Magitot (¹), présentée par M. Ch. Robin.

« Nous avons fait connaître antérieurement à l'Académie (²) les résultats de nos études sur le mode de genèse et de développement du follicule dentaire chez les mammifères; nous abordons aujourd'hui le problème de sa constitution physique, c'est-à-dire la synthèse anatomique du follicule.

» Le système dentaire, considéré dans la série des vertébrés, représente tantôt un simple appareil de tact (dents cutanées et branchiales de certains poissons), tantôt un appareil auquel sont dévolues des fonctions multiples de tact, de préhension et de mastication (mammifères terrestres).

» Dans sa plus grande simplicité anatomique, l'appareil dentaire ne comprend qu'un état d'évolution particulier de la *lame épithéliale* qui recouvre les arcs maxillaires pendant la vie embryonnaire : tels sont les fanons de certains cétacés, les lames cornées des reptiles, le bec des oiseaux, etc. Il n'existe à l'état d'organes définis et complets que chez les poissons et chez la plupart des mammifères. C'est alors seulement qu'il est le résultat du fonctionnement d'un petit organisme spécial, le *follicule dentaire*.

» Le follicule dentaire est un appareil embryonnaire dont la durée et le rôle physiologique dépassent considérablement la limite de la vie fœtale, car on le retrouve au sein des mâchoires et en pleine activité fonctionnelle pendant l'enfance et jusqu'à la période adulte. A partir du moment où sa formation est achevée, il se compose essentiellement : 1° d'un sac membraneux, clos de toutes parts; 2° d'un certain nombre d'organes contenus dans le sac.

» Le sac, ou enveloppe folliculaire, est constitué par une paroi celluleuse ou fibro-celluleuse, affectant avec le tégument extérieur muqueux ou cutané une adhérence complète.

» Les organes inclus sont en nombre variable et de composition anatomique parfaitement distincte. Relativement à leur nombre, celui-ci n'est jamais inférieur à *deux* ni supérieur à *trois*. L'un de ces organes, dont la pré-

(¹) Ce travail fait partie d'une série d'études entreprises depuis plusieurs années, et dont l'achèvement et la publication avaient été retardés par la mort de mon cher collaborateur Ch. Legros. (E. Magitot.)

(²) Ch. Robin et E. Magitot, *Comptes rendus*, t. L, p. 360 et 424; 1860. — Ch. Legros et E. Magitot, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1000 et 1373; 1875.

sence est fixe et invariable, est le *bulbe*, car sa fonction consiste dans la formation de la dentine ou ivoire, tissu fondamental de tout organe dentaire défini. Lorsque le follicule dentaire ne contient que deux organes formateurs, le second qui entre dans sa composition est tantôt un *organe du cément* (follicule de la défense de l'éléphant), tantôt l'*organe de l'émail* (follicule des carnassiers, de l'homme, etc.).

» Dans l'état le plus complet du follicule, alors que trois organes intérieurs figurent dans sa constitution, ceux-ci sont, par ordre de superposition : 1° le bulbe central; 2° l'organe de l'émail, exactement moulé sur la surface convexe du précédent; 3° l'organe du cément entourant les deux autres et recouvert lui-même par la paroi folliculaire. Tel est le follicule des dents composées des grands mammifères (molaires des herbivores).

» Le bulbe, partie essentielle et centrale du follicule dentaire, est composé d'une masse d'éléments embryonnaires du tissu cellulaire, noyaux libres, cellules fusiformes et étoilées, recouverte d'une couche hyaline de matière amorphe transparente, *membrana præformativa* des auteurs. Cette masse est revêtue d'une couche de cellules dites *cellules de la dentine, odontoblastes*, qui ont pour lieu de développement l'épaisseur même de la couche transparente. Le tissu central est pourvu d'un système vasculaire d'une grande richesse et d'un réseau nerveux sensitif très-abondant, dont les terminaisons sont en continuité directe avec les cellules de la dentine. Celles-ci représentent un *épithélium* dont chaque élément se compose d'un corps principal contenant un noyau et dont les extrémités offrent divers prolongements. Ces prolongements sont les uns périphériques, appelés *queues*, les autres formés de ramifications centrales qui se rendent à une autre couche mince de cellules étoilées, *substratum* de l'épithélium du bulbe. A la couche épithéliale, ou des odontoblastes, est dévolue la fonction de produire l'ivoire dont les matériaux viennent se grouper autour du prolongement caudal, lequel subsiste comme axe et centre de chacun des canalicules dont l'ivoire est creusé. Le bulbe est un organe définitif, car il persiste pendant toute la vie, de sorte que la formation de l'ivoire est continue. Ce phénomène, d'abord considéré comme exclusif aux rongeurs, est donc commun à toutes les espèces animales pourvues de dents.

» L'organe de l'émail, étalé comme un capuchon sur le précédent, qu'il recouvre jusqu'à sa base, se compose d'une trame de cellules épithéliales étoilées, entourée de toutes parts d'une couche épithéliale prismatique non interrompue. La trame centrale, transparente, de consistance muqueuse, est absolument dépourvue de vaisseaux et de nerfs. La couche épithéliale péri-

phérique se distingue en deux rangées : celle qui occupe la face profonde et regarde la superficie du bulbe et celle qui tapisse la face convexe. Celle qui regarde le bulbe (*membrane adamantine, cellules de l'émail*) est composée de cellules volumineuses, allongées, pourvues d'un noyau central et d'un *plateau* qui occupe l'extrémité libre. L'autre extrémité est en rapport, par des prolongements filamenteux, avec une mince couche de cellules étoilées, *substratum* de l'épithélium de l'organe de l'émail. Cette disposition est, comme on voit, analogue à celle des cellules de l'ivoire elles-mêmes. C'est par un phénomène d'élaboration de l'épithélium de l'organe de l'émail que se produisent et transsudent au travers du *plateau* les éléments qui constitueront les colonnes ou prismes de l'émail. La couche périphérique, composée de cellules petites, à noyau central, présente des prolongements en forme de *diverticulum* qui plongent dans le tissu voisin et y jouent le rôle d'agents de nutrition, par voie d'emprunt au réseau vasculaire ambiant. L'organe de l'émail, lorsque sa fonction est achevée, s'atrophie et disparaît. C'est donc un organe épithélial *transitoire*, dépourvu de vaisseaux quelconques, et, lorsque est achevée la formation de la couche d'émail, on n'en retrouve aucune trace.

» L'organe du cément, troisième et dernier organe constituant du follicule, présente dans son développement deux phases successives : c'est d'abord un tissu embryonnaire, très-riche en vaisseaux, mais dépourvu de nerfs ; puis il se transforme en un véritable fibro-cartilage, pourvu des éléments caractéristiques ou *chondroplastes* (Ch. Robin). Cet organe subit, après l'achèvement de la formation de la couronne, une dernière transformation osseuse par le mécanisme commun à l'ossification de tous les cartilages de l'économie. C'est à ce phénomène qu'est dû le développement de la couche de cément qui entoure la couronne des molaires des herbivores. Quant aux dents non pourvues de cément coronaire, mais dont les racines sont revêtues de cette couche osseuse, celle-ci résulte de l'ossification du périoste alvéolo-dentaire. Or ce périoste n'est autre que la paroi folliculaire elle-même. De même que l'organe de l'émail, l'organe du cément est *transitoire*, car il disparaît entièrement pour faire place à une formation osseuse régulière ; mais il en diffère en ce qu'il possède son appareil vasculaire propre. »

MÉDECINE. — *Pathogénie et traitement du strabisme convergent intermittent, sans opération, par l'emploi des mydriatiques ou des myosiques, chez les enfants*. Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Le strabisme *convergent* dépend de la construction *hypermétropique* de l'œil dans la grande majorité des cas, comme l'a démontré Donders. Ainsi ces yeux hypermétropes, pour la vision des objets éloignés, emploient prématurément leur accommodation; pour la vision des objets rapprochés, ils sont obligés de faire un effort excessif d'accommodation.

» Mais, dans l'organisation de l'appareil oculaire, l'accommodation des yeux pour la vision des objets rapprochés entraîne la convergence des lignes de regard vers ces mêmes objets. Les muscles de l'accommodation et les muscles de la convergence sont animés par le même nerf (moteur oculaire commun); ces deux actions musculaires sont donc associées.

» L'accommodation cependant *gouverne* la convergence, qui est une fonction plus subalterne, et à un effort excessif d'accommodation correspond un effort excessif de convergence. Aussi les yeux hypermétropes sont-ils constamment sollicités à loucher; puis peu à peu l'habitude survient, et ils restent déviés. Le strabisme convergent, d'abord intermittent, devient permanent et n'est plus curable que par l'opération.

» Mais, quand l'habitude vicieuse n'est pas encore définitivement constituée, il est possible d'enrayer la production du strabisme en s'attaquant à ses facteurs pathogéniques.

» Comme l'excès d'accommodation entraîne l'excès de convergence, si l'on supprime l'accommodation, on supprimera le strabisme. En effet, il suffit d'instiller quelques gouttes d'une solution d'atropine dans les deux yeux pour paralyser l'accommodation, empêcher la vision de près, arrêter la tendance à la convergence et faire disparaître le strabisme convergent intermittent en quelques jours (de deux à quinze).

» Comme l'équilibre se trouve rétabli entre les muscles oculaires, l'évolution naturelle et l'accroissement régulier de l'enfant consolident l'appareil oculaire dans cet état d'équilibre. Après quelques mois (trois, cinq, huit, dix mois), selon l'âge des enfants, la guérison est définitive.

» Le plus grand nombre des strabismes convergents sont d'abord *intermittents;* aussi la méthode est-elle applicable à la plupart des enfants strabiques, au début de leur affection. Après la guérison du strabisme, il est important de corriger le défaut de construction de l'œil, l'hypermétropie,

par les verres appropriés, surtout au moment où l'enfant va faire un usage constant de la vision de près, pour les besoins de son éducation.

» Tous les *mydriatiques*, atropine, duboisine, etc., jouissent des mêmes avantages au point de vue du strabisme, et ils peuvent se suppléer.

» Les myosiques (ésérine), qui immobilisent le muscle ciliaire et interrompent la relation préexistante entre l'accommodation et la convergence, peuvent aussi être employés, mais de préférence à la fin du traitement, pour faciliter les essais de lecture.

» Ces substances, employées à dose convenable, sont inoffensives, même chez les plus jeunes enfants. »

M. E. **Ducretet** adresse une Réponse aux observations présentées par M. *E. Reynier* sur un perfectionnement apporté à la lampe de M. Harrisson.

M. Ducretet fait remarquer que le perfectionnement apporté par lui consiste à régulariser automatiquement l'*arc* et à le maintenir entre les limites déterminées par la tension du courant employé. Ce n'est donc plus une lampe à incandescence sans arc.

M. **Chasles** présente à l'Académie deux numéros du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* de M. le prince Boncompagni, de novembre et décembre 1878. Le premier renferme trois Notices (en italien) de M. Antonio Favaro, professeur à l'Université de Padoue. La première, fort étendue (p. 699-756), est intitulée : *De la vie et des écrits physico-mathématiques de Hermann Grassmann*. Ce Mémoire, fruit d'une longue étude de nombreuses publications sur la vie et les œuvres du savant mathématicien de Stettin, offre un réel intérêt et fait bien connaître l'auteur de la *Théorie des quantités extensives*.

Les deux Mémoires qui suivent sont un compte rendu de deux Ouvrages importants. Le premier est une nouvelle histoire de l'Astronomie, par M. R. Wolf, de l'Université de Zurich, faisant partie de la collection des Ouvrages sur l'histoire des Sciences en Allemagne dans les temps modernes, publiée par les soins d'une Commission spéciale de l'Académie royale des Sciences de Munich et sous les auspices du roi Maximilien de Bavière [1].

La troisième Notice est consacrée à un nouvel Ouvrage de M. Sigismond

[1] L'Académie me permettra d'exprimer ici mes bien sincères et affectueux remercîments à M. Favaro, pour les observations que lui a inspirées le respect de la vérité au sujet d'un passage de cet Ouvrage sur l'histoire de l'Astronomie.

Gaultier : *Esquisse de Géographie mathématique et d'Astronomie élémentaire* (Munich, 1878; in-8°, en allemand).

Le *Bullettino* de décembre renferme un Mémoire de M. Ed. Lucas sur la série récurrente de Fermat, dans lequel diverses citations historiques offrent de l'intérêt; plus une Lettre de M. Ant. Favaro sur l'histoire des Mathématiques dans l'Université de Padoue; et un court article du Dr G. Garbieri sur la théorie des déterminants, de M. Mansion.

Une Table extrêmement étendue des récentes publications mathématiques et physiques en toutes langues termine ce tome XI du *Bullettino* (année 1878).

A 6 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mars 1879.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; nos 59 à 72, du 28 février au 13 mars 1879. Paris, 1879; 14 livr. in-4° autogr.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; 2e série, t. II, janvier à septembre 1878. Paris, Gauthier-Villars, 1878; 9 livr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; 2e série, t. Ier, année 1877. *Table des matières et noms d'auteurs.* Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°. (Deux exemplaires.)

Bibliothèque de l'École des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XVIII. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1879, février. Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 6e série. t. XI, 1874-1875-1876; 7e série, t. II, 1877-1878. Paris, au siége de la Société, 1877-1878; 2 vol. in-8°.

Revues scientifiques publiées par le journal « la République française », sous la direction de M. PAUL BERT; 1re année. Paris, G. Masson, 1879; in-8°.

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. HEUDE; 5e fascicule. Paris, F. Savy, 1879; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Rapport du Président de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève pour la période du 1er juillet 1877 au 31 décembre 1878; par M. le Prof. E. WARTMANN. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, sans date; in-4°.

OEuvres philosophiques de Sophie Germain, suivies de Pensées et de Lettres inédites et d'une Notice sur sa vie et ses œuvres; par M. H. STUPUY. Paris, P. Ritti, 1879; in-12. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Traité théorique et clinique de percussion et d'auscultation; par M. E.-J. WOILLEZ. Paris, A. Delahaye, 1879; in-12 relié. (Présenté par M. Bouillaud pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Leçons de Clinique chirurgicale professées à l'hôpital Saint-Louis; par M. le Dr PÉAN. Paris, Germer-Baillière, 1879; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chiurgie, 1879.)

Traité du palper abdominal au point de vue obstétrical et de la version par manœuvres externes; par M. A. PINARD. Paris, Lauwereyns, 1878; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Agenda du chimiste. Paris, Hachette, 1879; in-18 relié.

Sur les courbes dues à la combinaison de deux mouvements vibratoires perpendiculaires; par M. A. TERQUEM. Lille, impr. L. Danel, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Fizeau.)

Note sur la fécondation du Geranium phæum; *par* M. L. ERRERA. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Compte rendu de la Société royale de Botanique de Belgique.*)

Expérience sur les effets du badigeonnage de la vigne à l'huile lourde de houille. Agen, typ. V. Lenthéric, 1879; in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5.) (1)	Température de l'air sous l'ancien abri. Minimum. (2)	Température de l'air sous l'ancien abri. Maximum. (3)	Température de l'air sous l'ancien abri. Moyenne. (4)	Température de l'air. Moyenne vraie (nouvel abri). (5)	Températ. du sol sans abri à la surface. Minimum. (6)	Températ. du sol sans abri à la surface. Maximum. (7)	Températ. du sol sans abri à la surface. Moyenne. (8)	Températ. du sol sans abri à la profondeur de 0m,30 (à midi) (9)	Actinomètre. (10)	Psychromètre. Tension moyenne de la vapeur. (11)	Psychromètre. Degré hygrométrique moyen. (12)	Udomètre. (13)	Évaporation de l'eau. (14)	Variation du poids de la terre à l'air sans abri. (15)	Pour 100mc d'air. Ozone en milligrammes. (16)	Pour 100mc d'air. Acide carbonique en litres. (17)	Pour 100mc d'air. Azote ammoniacal en milligr. (18)	Pour 100mc d'air. Azote organique en milligr. (19)
	mm	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm		mm	mm		mg	l	mg	mg
1	756,6	− 1,4	2,6	0,6	0,3	− 1,0	3,7	1,4	0,8	12,2	5,1	87	[illegible]	.	.	0,3	35,5	.	.
2	751,5	0,0	6,1	3,1	2,9	− 0,5	8,8	4,2	0,9	8,1	5,7	100	1,5	.	.	2,4	35,7	.	.
3	743,5	2,1	11,8	7,0	6,5	2,0	16,2	9,1	1,1	12,5	7,2	96	4,8	.	.	.	35,8	.	.
4	751,1	descendante	descendante	descendante.	1,5	[illegible]	.	.	2,7	1,7	4,2	87	0,0	.	.	.	.	.	.
5	756,7	2,0	non atteint.	3,7	− 0,5	− 1,8	.	6,3	2,0	6,4	4,0	88	1,6	.	.	1,3	.	.	.
6	749,9	ascendante.	9,3		6,1	.	14,4		1,8	12,7	7,1	96	1,3	.	.	2,0	35,3	.	.
7	748,2	6,1	11,1	8,6	7,9	5,2	10,4	7,8	3,2	3,4	7,8	93	1,6	1,3	.	3,2	35,6	.	.
8	750,0	6,4	13,5	10,0	9,8	6,0	17,2	11,6	4,5	20,6	7,3	82	2,1	2,7	.	1,5	35,7	.	.
9	745,8	9,1	13,8	11,5	12,0	8,2	15,6	11,9	5,5	18,0	8,7	84	3,0	3,1	.	1,3	35,8	.	.
10	734,2	10,0	14,3	12,2	11,3	9,5	16,1	12,8	6,7	14,0	7,6	84	4,3	3,6	.	0,9	35,9	.	.
11	734,4	6,9	13,2	10,1	9,4	6,5	18,2	12,4	6,6	26,0	6,9	85	0,3	1,8	.	1,9	35,9	2,3	0,2
12	745,6	5,3	9,8	7,6	6,6	3,5	12,2	7,9	6,3	4,0	5,9	89	0,2	1,0	.	1,7	35,8	2,6	0,3
13	753,2	1,1	7,1	4,1	5,1	0,5	10,7	5,6	5,6	8,2	5,5	89	0,6	1,2	.	0,2	35,4	2,6	0,3
14	743,7	4,6	12,9	8,8	8,4	4,0	19,9	12,0	5,3	18,1	6,8	89	1,6	1,0	.	1,3	35,6	2,1	0,1
15	744,7	4,3	7,8	6,1	6,7	4,2	10,7	7,5	5,8	7,7	5,8	87	0,1	0,8	.	0,9	35,8	2,1	0,0
16	735,4	4,4	8,1	6,3	5,9	3,9	9,7	6,8	5,7	25,0	5,0	79	3,5	1,7	.	1,6	35,6	1,7	0,3
17	731,5	2,1	10,3	6,2	6,2	1,0	14,5	7,8	5,2	18,7	5,7	84	5,8	1,3	.	2,0	35,6	2,0	0,2
18	737,4	1,3	7,0	4,7	4,5	0,3	12,8	6,6	4,9	31,4	4,9	85	0,9	1,3	.	2,0	35,7	2,0	0,1
19	746,0	1,7	8,5	5,1	5,0	1,0	14,9	8,0	4,5	31,1	4,6	78	2,1	2,0	.	1,9	35,6	2,0	0,1
20	734,9	1,4	4,7	3,1	2,8	0,9	5,3	3,1	4,4	7,7	4,6	89	9,8	0,9	.	2,0	35,8	2,0	0,4
21	734,4	− 0,2	7,8	3,8	3,5	− 0,2	12,2	6,0	3,5	15,1	4,6	80	0,9	1,8	.	1,5	35,7	2,3	0,4
22	739,0	− 0,4	5,4	2,5	3,0	− 1,4	8,5	3,6	3,4	9,0	4,7	92	0,3	0,5	.	1,3	35,7	2,0	0,5
23	742,1	− 1,5	2,0	0,3	0,7	− 2,2	6,7	2,3	3,2	7,5	3,5	80	.	.	.	1,4	35,5	2,0	0,4
24	749,2	− 4,4	3,4	− 0,5	0,1	− 6,2	11,2	2,5	2,6	11,0	3,2	77	.	.	.	0,3	35,6	1,8	0,3
25	749,2	− 2,5	1,2	− 0,7	0,7	− 3,0	6,6	1,8	2,2	13,5	3,6	79	.	.	.	0,0	35,7	1,8	0,3
26	750,9	− 0,6	1,2	0,3	0,8	− 0,3	1,7	0,7	1,9	8,0	4,2	91	2,3	.	.	0,0	35,7	1,8	0,2
27	755,3	− 0,4	4,7	2,2	2,3	− 0,3	11,3	5,5	1,7	24,4	3,8	76	0 1	.	.	0,4	35,8	2,1	0,4
28	750,2	− 0,7	4,6	2,0	3,5	− 2,8	6,3	1,8	1,9	8,5	5,5	98	0,4	.	.	0,7	35,8	1,6	0,1
1re déc.	748,8	3,8	10,3	7,1	5,8	3,5	12,8	8,1	2,9	11,0	6,4	89	20,2	.	.	1,6	35,7	.	.
2e déc.	740,7	3,3	8,9	6,1	6,1	2,6	12,9	7,8	5,4	17,8	5,6	85	24,9	.	.	1,6	35,7	2,1	0,2
3e déc.	746,3	− 1,3	3,8	1,2	1,8	− 2,1	8,1	3,0	2,6	12,1	4,1	84	4,0	.	.	0,7	35,6	1,9	0,3
Mois..	745,2	1,9	7,2	4,5	4,8	1,3	10,6	6,0	3,7	13,7	5,4	86	49,1	.	.	1,3	35,7	.	.

DATES.	Électricité atmosphérique. (20)	Magnétomètres. Déclinaison moyenne. (21)	Magnétomètres. Composante horizontale moyenne. (22)	Magnétomètres. Composante verticale moyenne. (23)	Anémographes. Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (24)	Anémographes. Direction dominante. (25)	Anémographes. Force maxima en kilogrammes par mètre carré. (26)	Direction des nuages. (k désigne les cirrus.) (27)	Nébulosité (0 à 10) durant le jour. (28)
	Dl	° ′			km		kg		
1	162	16.56,1	1,9333	4,2266	8,4	ENE	1,3	NW et WSW	10
2	(302)	56,6	(9338)	(2257)	7,2	SSE	1,8		10
3	126	57,3	9344	2242	15,6	S¼SW	6,8	W à SW	9
4	91	53,6	9338	2224	22,7	N	13,3	.	10
5	94	55,2	9340	2228	14,6	NW à S	.	.	10
6	42	56,9	9342	2230	(23,6)	SSW	.	WSW	7
7	23	56,7	9338	2215	35,0	SSW	.	SSW	10
8	(41)	55,9	(9340)	(2216)	31,7	SW¼W	20,7	WNW k	(8)
9	19	56,1	9334	2207	32,0	SSW	20,7	W à SW	10
10	22	55,9	9336	2220	27,2	SSW	.	SW	8
11	17	55,8	9335	2224	20,8	SSW	11,0	WSW	8
12	40	53,7	9332	2215	12,2	NNW	6,8	NW	10
13	(36)	55,6	9339	2233	16,3	S¼SE	9,2	S	9
14	29	56,6	9339	2230	16,6	S à E et NE	5,5	S¼SW k	9
15	38	54,8	9329	2228	9,5	ENE à SE	2,6	.	9
16	81	56,3	9335	2224	25,6	S à W et NW	20,7	W¼NW	6
17	− 7	56,4	9340	2229	24,7	WSW	31,4	W	8
18	34	55,7	9337	2236	26,5	W	16,4	W¼NW k	6
19	28	56,4	9335	2241	25,6	W à S	18,3	W	6
20	(31)	53,8	(9337)	(2236)	23,0	Tr.-variable.	23,6	.	(7)
21	−17	56,9	9338	2244	27,7	S à W	29,2	W	8
22	58	55,1	9337	2233	7,9	S à E et NE	2,1	.	10
23	118	54,9	9336	2241	15,0	N¼NE	8,5	N	10
24	85	55,4	9334	2229	10,9	ENE	8,5	NNE	9
25	69	55,7	9332	2244	29,7	NNE	16,4	NNE	8
26	107	56,2	9331	2239	27,3	N¼NW	20,7	N	10
27	134	56,1	9331	2229	15,2	Variable.	13,0	NNW	9
28	51	56,3	9333	2237	11,5	S¼SE	2,5		10
1re déc.	(92)	56,0	9338	2231	22,8	.	.	.	9
2e déc.	(33)	55,5	9336	2230	20,1	.	.	.	8
3e déc.	76	55,8	9334	2237	18,2	.	.	.	9
Mois..	(66)	55,8	9336	2232	20,5	.	.	.	9

REMARQUES.

Le 1er, presque toujours couvert. — Le 2, brouillards, petites pluies le matin jusqu'à 7 heures et bruines le soir. — Le 3, ciel couvert avec pluie marquée le matin, surtout de 4 h. 10 à 8 h. 30, et le soir ainsi que la matinée du 4. Minimum barométrique de 742,7 le 3 à 17 h. 15 et maximum le 5 à 10 h. 35 = 757,4.

Toujours couvert les 4 et 5 avec pluie durant la nuit du 5 au 6, surtout de 9 h. s. à 1 h. m., accompagnée d'un mouvement de baisse barom. prolongée jusqu'à 749,7 le 6 à 14 h. 20. Ouvrant la nouvelle série de bourrasques du SW. On a eu : le 7, à 23 h. 30, 752,1 ; le 8, à 0 h. 15, 744,6, et le 8, à 18 h. 25, 751,2.

La pluie est tombée principalement aux époques suivantes : le 6, vers 9 h. s. ; le 7, entre midi et 1 heure ; le 8, de 5 h. 30 à 7 h. m. ; le 9, entre 5 et 6 h. m. ; le 10, de 2 h. à 9 h. m., suivie de grains vers midi ; petite ondée le 11 vers 15 h. 40 ; pluies faibles le 12, de 7 h. à 13 h. 30, et le 13, de midi à 11 h. s. ; un peu plus marquée le 14, de 3 h. 30 à 5 h. m.

Durant cette première période, le ciel étant resté presque toujours couvert et à la pluie, les positions extrêmes du baromètre, à la suite de l'oscillation ci-dessus relevée, ont été de 733,5 le 10 à 13 h. 40 (en baisse depuis le soir du 8) à 734,2 le 11 à 15 h. 20, et retour à 755,4 le 13 à 7 h. 35.

Après un temps d'arrêt et de calme relatif coïncidant avec une inflexion légère de la courbe barométrique de 742,3 le 14 à 15 h. 40 à 744,7 le 15 à 11 h. 30, on retrouve un minimum de 734,4 le 16 à 16 h. 50 dépassé le 17 à 13 h. 25 (731,3), sauf retour à 736,6 le 16 à 22 h. 30.

Recrudescence du mauvais temps à la suite : chutes de pluies fréquentes et irrégulières, et principalement le 16 de 2 h. 55 à 4 h. 10 et l'après-midi avec ondées mêlées de grêle jusqu'à 2 heures, enfin le 17, de 2 h. 50 à 4 h. 15 et depuis 9 h. 30 jusqu'à 20 h. 30.

Un mouvement de hausse du baromètre donne un maximum de 746,0 le 19 à 11 h. 5, se produisant après la pluie, qui a repris le 18 entre 16 h. 30 et 20 h. et le 19 entre 1 h. 40 et 2 h. 40.

Halos solaires le 19 et pluvieux le soir.

Pluie suivie de neige l'après-midi du 20 (épaisseur de 1 à 2 centimètres), avec oscillation barom. de 731,9 le 20 à 15 h. 15 à 738,7 le 21 à 0 h. 55, et retour à 734,4 le 21 à 13 h. 5, minimum suivi d'une petite ondée vers 13 h. 30.

Petites pluies intermittentes le 22 de 3 h. 30 à 10 h. 30, mêlées de neige le matin vers 4 heures et quelques rares flocons le 24 entre 6 h. et 9 h. m.

Le baromètre, qui s'était relevé jusqu'au 25 à 1 h. 30 à 752,0, redescend à 747,5 et s'y tient de 10 h. s. le 25 à 4 h. 20 le lendemain. — Le grésil commence le 25 vers 2 h. 30, puis il neige. — Temps à grains du N. et neige fournissant de 2 à 3 litres par mètre carré le 26.

Dernière oscillation barométrique du mois de 755,6 le 27 à 8 h. 5 à 749,8 le 28, à 15 h. 50.

Nous avons encore eu quelques rares flocons de neige le matin du 27 et des gouttes de pluie dans l'après-midi du 28. La pression à zéro était de 761,0 le 2 mars à 7 h. 55, en hausse depuis le 28.

MOYENNES HORAIRES DU MOIS DE FÉVRIER 1879.

HEURES.	HAUTEURS du baromètre à 0°.	TEMPÉRATURE de l'air à l'ombre.	TEMPÉRATURE du sol sans abri.	DEGRÉ actinométrique.	PSYCHROMÈTRE. TENSION de la vapeur d'eau.	PSYCHROMÈTRE. DEGRÉ hygrométrique.	ÉVAPORATION (du 7 au 22.)	PLUIE OU NEIGE.	VARIATION DU POIDS du sol sans abri.	VITESSE DU VENT.	ÉLECTRICITÉ atmosphérique en éléments Daniell.	DÉCLINAISON de l'aiguille aimantée.	COMPOSANTE horizontale.	COMPOSANTE verticale.
h.	mm	o	o	d	mm			mm		km	Dll	o		
Mat. 1	»	3,66	»	»	»	»	»	»	»	18,29	»	»	»	»
2	»	3,62	»	»	»	»	»	»	»	18,38	»	»	»	»
3	745,34	3,55	»	»	»	»	»	»	»	18,60	»	16,54,0	»	»
4	»	3,56	»	»	»	»	»	»	»	19,60	»	»	»	»
5	»	3,51	»	»	»	»	»	»	»	19,01	»	»	»	»
6	45,03	3,53	2,70	0,00	5,41	91,9	3,71	20,42	»	19,29	(48,9)	53,7	1,9339	4,2237
7	»	3,55	»	»	»	»	»	»	»	19,40	»	»	»	»
8	»	3,93	»	»	»	»	»	»	»	19,48	»	»	»	»
9	45,30	4,61	4,23	15,73	5,44	87,3	2,54	5,84	»	20,40	67,1	53,7	9334	2222
10	»	5,35	»	»	»	»	»	»	»	21,93	»	»	»	»
11	»	5,94	»	»	»	»	»	»	»	22,47	»	»	»	»
Midi.	45,16	6,29	6,71	33,34	5,48	78,9	4,27	8,24	»	24,07	69,7	60,0	9332	2225
Soir. 1	»	6,69	»	»	»	»	»	»	»	24,39	»	»	»	»
2	»	6,70	»	»	»	»	»	»	»	23,19	»	»	»	»
3	44,75	6,52	6,19	19,60	5,48	79,1	5,87	6,40	»	23,10	62,2	58,4	9341	2232
4	»	6,08	»	»	»	»	»	»	»	22,32	»	»	»	»
5	»	5,50	»	»	»	»	»	»	»	20,63	»	»	»	»
6	45,28	5,14	3,88	0,00	5,41	84,1	4,12	2,24	»	19,34	75,4	55,8	9338	2231
7	»	4,83	»	»	»	»	»	»	»	19,61	»	»	»	»
8	»	4,61	»	»	»	»	»	»	»	19,28	»	»	»	»
9	45,57	4,39	3,35	»	5,45	88,6	2,97	2,88	»	20,17	82,3	54,0	9337	2233
10	»	4,29	»	»	»	»	»	»	»	20,47	»	»	»	»
11	»	4,12	»	»	»	»	»	»	»	19,73	»	»	»	»
Minuit.	45,59	3,95	2,89	»	5,45	90,7	2,59	3,04	»	18,75	(59,9)	53,7	9336	2234
TOTAUX.	»	»	»	»	»	»	(26,07)	49,06	»	»	»	»	»	»
Moy...	745,25	4,75	4,05	13,73	5,44	86,4	»	»	»	20,50	(66,5)	16.55,4	1,9336	4,2232

REMARQUES.

Pages 622 et 623. Colonnes : (2) (3) (4) (6) (7) (8) Valeurs extrêmes et leurs demi-sommes rapportées à l'oscillation complète la plus voisine de la période diurne civile indiquée.

(5) (13) (24) Résultats fournis par les appareils enregistreurs et déduits des 24 données horaires.

(10) Moyenne des 5 observations de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(11) (12) (20) (21) (22) (23) Moyenne des 4 observations sexhoraires.

(26) Pression déduite de la vitesse maximum calculée d'après l'intervalle de temps le plus court employé par le vent pour parcourir 5 kilomètres.

Pour l'électricité atmosphérique, la tension s'exprime en éléments Daniell et sans correction locale.

Pour le magnétisme, l'intensité de la force est mesurée dans le parc, et les valeurs en direction s'obtiennent à l'extérieur, sur la fortification.

Inclinaison moyenne de ce mois. 65°30',4

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les changements lents que le vin éprouve pendant sa conservation.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. L'étude des changements lents que les principes organiques éprouvent sous les influences de l'air et de l'eau offre un intérêt tout particulier; mais les expériences sont rares et les observations exceptionnelles. Le vin cependant, liquide si fréquemment employé et conservé dans l'économie domestique, donne lieu à des facilités spéciales, également curieuses pour la théorie et pour les applications. J'ai eu occasion d'examiner à ce point de vue, il y a quelque temps, un vin antique, conservé depuis quinze ou seize siècles (¹).

» Voici des résultats nouveaux, relatifs à des échantillons moins anciens, mais que j'ai pu soumettre à une recherche plus approfondie, en raison de leur quantité et de l'existence de termes de comparaison

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XII, p. 413.

plus voisins de nous. Je les ai examinés surtout afin de contrôler mes anciens essais sur l'oxydation lente et les autres modifications progressives des vins, essais publiés il y a seize ans.

» 2. Il s'agit de bouteilles de porto qui m'ont été remises il y a quelques années. L'une d'elles renferme du vin fabriqué en 1780, c'est-à-dire il y a 100 ans à peu près; elle provient de la cave de M. da Costa Lima, propriétaire. L'autre, d'origine analogue, compte aujourd'hui 45 ans environ de fabrication.

» Le vin de 100 ans est d'un jaune clair, bien moins foncé que celui de 45 ans; celui-ci est lui-même moins teinté que le porto récent. Le goût du vin de 100 ans est sec, un peu amer, moins parfumé et plus dépouillé que celui du vin de 45 ans. Un dépôt abondant de matière colorante, formant une laque insoluble, adhère à la paroi des bouteilles.

» J'ai déterminé la proportion des gaz dissous dans le vin, celle de l'alcool, des acides, des sucres, de la crème de tartre, etc.

» 3. *Densités :*

Vin de Porto de 100 ans	0,988 à 10°
» 45 »	0,991 à 10°.

» 4. *Composés fixes :*

Résidu sec (à 100°)	100 ans.	3,36 sur 100 parties
	45 ans.	5,50 »

» Le vin le plus vieux semble avoir perdu davantage, peut-être par la destruction lente des sucres qu'il contient. Cependant, les doses précédentes ne s'écartent pas beaucoup des limites observées sur le porto récent, lesquelles varient de 3,75 à 5,24.

» Les bases contenues dans ce résidu sont la potasse, un peu de chaux et une trace de fer.

» Les composés organiques fixes sont les sucres, les acides tartrique et analogues, etc.

» 5. *Sucres :*

Vin de 100 ans : sucre réducteur, sur 100 parties	1,25
Après l'action inversive d'un acide minéral	1,29

» Il n'y a donc pas de sucre de canne en proportion sensible dans un vin aussi vieux.

Vin de 45 ans : sucre réducteur	3,15
Après l'action inversive	3,68

» Il y a donc encore du sucre de canne au bout de 45 ans, mais en petite quantité (0,53). Après 100 ans, ce sucre disparaît à peu près complétement. Ces résultats confirment la lenteur de la réaction inversive exercée par les acides organiques sur le sucre de canne, lenteur qui n'était pas soupçonnée avant mes recherches sur l'action inversive de l'acide succinique, et sur le rôle prépondérant et rapide du vrai ferment inversif soluble que j'ai découvert dans la levûre de bière.

» 6. *Acides*. — Le titre acide étant calculé comme acide tartrique, j'ai trouvé :

Vin de 100 ans, par litre..................	5gr,17
Vin de 45 ans, »	5,46

acidité comprise dans les limites ordinaires de la composition du vin.

» D'après la richesse alcoolique qui sera donnée plus loin (16 pour 100 parties en poids) et d'après mes recherches sur la formation des éthers, la dose d'acide neutralisé par l'éthérification et estimé comme acide tartrique est

Pour le vin de 100 ans.................... 1,11

répondant à 2,66 d'acide éthyltartrique;

Pour le vin de 45 ans.................... 1,17

répondant à 2,83 d'acide éthyltartrique; ce qui fait en tout par litre, pour l'acide primitif : 6,28 (100 ans) et 6,73 (45 ans); chiffres qui répondraient au vin récemment fabriqué. Ce vin a donc dû perdre près d'un quart de son acidité, par suite de l'éthérification ; les acides éthérés forment le tiers environ du poids total des acides.

» 7. *Crème de tartre :*

Vin de 100 ans, par litre..................	0gr,27
Vin de 45 ans, »	0,42

» Ces chiffres sont fort inférieurs à la solubilité normale de la crème de tartre pure dans les vins étudiés. En effet, des essais directs, effectués à 12 degrés, ont montré que les deux vins dissolvaient tous deux précisément la même dose de crème de tartre pure (par agitation prolongée), soit pour un litre : 1gr,01.

» Ce résultat me paraît dû à la précipitation du bitartrate contenu origi-

nairement dans les vins, lequel s'est séparé, uni avec la matière colorante suroxydée, à l'état d'une laque presque insoluble, composé dont la solubilité est bien moindre que celle du bitartrate de potasse pur. J'avais insisté sur ce fait, il y a seize ans : les résultats actuels le confirment de nouveau.

» Comme contrôle, j'ai traité par l'eau bouillante les dépôts formés dans les bouteilles, après les avoir détachés des parois, et j'en ai extrait, en effet, une dose sensible de crème de tartre. J'ai vérifié ensuite que les vins renfermaient une certaine dose de potasse, excédante sur celle qui était précipitée par un mélange d'éther et d'alcool sous forme de bitartrate.

» D'après ces résultats, le résidu fixe des vins examinés offre à peu près a composition suivante, sur 100 parties :

	Vin de 100 ans.	Vin de 45 ans.
Sucre réducteur	1,25	3,15
Sucre de canne	0,04 (?)	0,53
Acides libres non éthérifiés	0,51	0,52
Acides éthérés	0,27	0,28
Bitartrate de potasse	0,03	0,04
	2,10	4,52
Glycérine et matières diverses	1,16	0,98

» 8. *Alcool.* — Sur 100 volumes :

Vin de 100 ans	$19^{cc},8$ ou	15,9 centièmes en poids.
Vin de 45 ans	$20^{cc},1$	16,1 » »

» Ces nombres sont précisément de l'ordre de grandeur de la richesse alcoolique du vin de Porto récent (19 à 23 en volumes); d'où il suit que l'alcool n'éprouve pas de changement notable pendant la conservation de ce vin. On peut préciser davantage, en observant que la dose d'alcool éthérifié s'élève : dans le vin de 100 ans à $0^{gr},7$; ce qui fait en tout 16,6 à l'origine.

» Dans le vin de 45 ans à $0^{gr},9$; ce qui fait en tout 17,0 à l'origine.

» L'alcool obtenu à la distillation offre d'ailleurs une odeur de fruit toute spéciale.

» 9. *Gaz du vin.* — J'ai extrait ces gaz avec la pompe à mercure.

» 1 litre du vin de 45 ans renfermait $44^{cc},7$; formés de $12^{cc},4$ d'oxygène et $32^{cc},3$ d'azote, sans acide carbonique.

» Ces chiffres répondent précisément à la saturation normale du vin employé par les gaz de l'air. En effet, ayant agité le résidu de la distillation avec de l'air, dans un grand flacon, à 12 degrés, j'en ai retiré ensuite $44^{cc},9$, renfermant $12^{cc},3$ d'oxygène et $32^{cc},6$ d'azote.

» Tous ces nombres sont fort supérieurs à la solubilité des gaz de l'air dans l'eau pure à 12 degrés, soit pour 1 litre :

$$18^{cc},5\,(6^{cc},2 \text{ oxygène} + 12^{cc},3 \text{ azote});$$

mais ils sont moindres que la solubilité des gaz de l'air dans l'alcool, soit, d'après les nombres de Bunsen, $57^{cc},1$ d'oxygène + $96^{cc},6$ d'azote. Le volume total des gaz de l'air dissous par 800 volumes d'eau et 200 volumes d'alcool, agissant séparément, serait $44^{cc},5$, c'est-à-dire sensiblement le même que pour le vin analysé; mais l'oxygène s'élèverait à $16^{cc},4$ au lieu de $12^{cc},3$; l'azote étant $28^{cc},1$ au lieu de $32^{cc},6$. Je n'insiste pas sur ce rapprochement. Au contraire, je remarque que le vin de Porto ancien est saturé d'oxygène et contraste par là avec les vins de Bourgogne récents, lesquels n'en renferment pas trace en dissolution, ainsi que je l'ai établi par mes expériences en 1863, les premières qui aient porté à la connaissance des savants, par une publication imprimée, ce fait remarquable de l'absence de l'oxygène dans le vin récent. Les vins de Bourgogne renferment, d'autre part, de l'acide carbonique, qui a disparu dans les vieux vins de Porto, par suite de sa diffusion dans l'atmosphère. Si le vieux vin de Porto renferme de l'oxygène, et à la dose qui répond à une solubilité normale, c'est en partie à cause de la constitution spéciale des vins chauds du Midi; mais c'est surtout à cause de la longue durée de sa conservation, laquelle a permis à l'action de l'oxygène sur les matières oxydables du vin de se ralentir outre mesure, et jusqu'à un degré tel, que l'oxygène pris par les oxydations a été remplacé à mesure par celui de l'atmosphère. Cependant, certains changements nouveaux, attestés par la différence qui existe entre le vin de 45 ans et le vin de 100 ans, montrent que la réaction de l'oxygène n'était pas encore épuisée dans le premier liquide. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur quelques points de cristallogénie.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« J'ai eu récemment l'honneur de soumettre à l'Académie des résultats d'expériences appuyant le principe de la résistance au changement d'état

des faces cristallines. Je demande maintenant la permission d'insister sur certaines conséquences de ce principe.

» Puisque la résistance au changement d'état n'est pas identique pour les différentes faces d'un même cristal, la solubilité de celui-ci doit varier avec sa forme extérieure. Ainsi, une solution sursaturée d'alun (basique), étant traitée, à température fixe, par des cubes de ce sel (ou par des morceaux taillés suivant les faces cubiques), ne possédera pas la même densité que dans le cas où la désursaturation aura été opérée au contact d'octaèdres (ou de morceaux taillés suivant les faces octaédriques). La première liqueur sera plus concentrée que la seconde, et, après avoir cessé d'abandonner de la matière aux cubes, elle sera toutefois capable d'en déposer sur les octaèdres.

» Même en ne considérant qu'un seul système de faces, le principe de la résistance au changement d'état conduit à reconnaître deux densités inégales pour une liqueur saturée, à température constante, suivant qu'on part de la solution étendue ou de la solution sursaturée.

» La solubilité d'un corps n'est donc pas suffisamment définie par : « la quantité contenue dans le liquide, à une température donnée, » en présence d'un excès de la substance solide ». Il faut, en outre, indiquer l'espèce de faces et le sens suivant lequel l'opération a été conduite.

» Quand la désursaturation d'une solution est obtenue au moyen de cristaux portant plusieurs ordres de faces, il se présente deux cas : 1° la quantité de liquide est grande relativement aux masses immergées ; les cristaux revêtent alors leur forme la plus stable, et la densité définitive est celle qui correspond à ce système unique de faces ; 2° la quantité de liquide est très-limitée ; les cristaux ne peuvent pas, dans ces conditions, s'assimiler assez de matière pour compléter leur forme de stabilité maxima, et plusieurs ordres de faces persistent indéfiniment ; la densité finale est celle qui correspond au système de faces destiné à disparaître le premier si les cristaux pouvaient continuer de s'accroître.

» Lorsque les cristaux sont constitués par la réunion de formes ouvertes, deux ou plusieurs espèces de faces coexistent forcément ; on rentre dans notre second cas, savoir celui d'une quantité très-limitée de liquide ; car, en prenant une solution de grand volume, on obtiendrait simplement un développement considérable de ces cristaux à formes ouvertes suivant certaines directions, produisant, par exemple, de larges et minces lames, des prismes longs et déliés, etc.

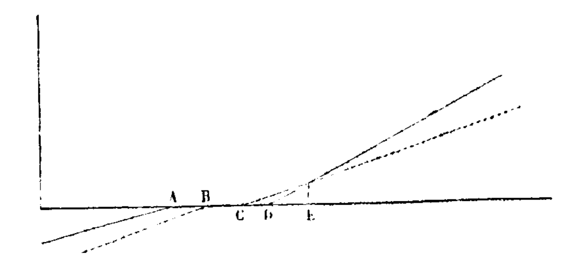
» Ce qui précède explique aisément le phénomène assez bizarre en apparence de la régénération des cristaux mutilés.

» On sait qu'un cristal parvenu à sa forme définitive et n'enlevant plus rien à son eau mère répare la brèche qui lui est faite en reprenant assez rapidement son aspect primitif.

» C'est que la mutilation met à nu des surfaces dont la résistance au changement d'état est inévitablement plus faible que celle de la forme stable : ce sont, en effet, les faces ne fixant pas de matière qui persistent; les autres s'oblitèrent. Ce fait peut s'exprimer en disant que la forme stable est celle pour la production de laquelle la quantité de matière qui subit le changement d'état est un minimum. En d'autres termes, la solution est seulement saturée relativement aux faces du cristal intact, mais sursaturée par rapport à toutes les autres faces. La réparation se fait avec appauvrissement de la liqueur, qui ne doit pas être en trop faible quantité, sinon le cristal ne parviendrait pas à se reconstituer entièrement; il resterait indéfiniment limité par plusieurs espèces de faces.

» Les inégales résistances des faces expliquent encore, ce me semble, l'influence de la rapidité d'accroissement sur le développement relatif des diverses parties d'un cristal. Il paraît, en effet, très-probable que les faces de résistance maxima, sur lesquelles les particules cristallines sont solidement attachées, doivent attirer le plus fortement la matière dissoute dès que la concentration dépasse la limite de la résistance au changement d'état.

» La figure ci-jointe traduit ma pensée et représente l'action d'une solution basique d'alun sur les faces cubiques et octaédriques de ce sel. Les



ordonnées sont proportionnelles aux quantités de matière déposées dans l'unité de temps et les abscisses aux concentrations de la liqueur. Les lignes pleines sont relatives aux faces cubiques et les lignes ponctuées aux faces octaédriques.

» La nature des courbes d'accroissement et d'érosion étant inconnue, j'exprime arbitrairement le phénomène par des lignes droites, ce qui ne

change rien à une démonstration valable pour toute autre substance que l'alun et pour des faces quelconques.

» En deçà de A, les deux espèces de faces sont dissoutes. De A à B, nulle action sur les cubes, mais érosion des octaèdres. De B à C, inertie des cubes aussi bien que des octaèdres. De C à D, aucune action sur les cubes et dépôt de matière sur les octaèdres. De D à E, dépôt sur les cubes et dépôt plus rapide sur les octaèdres. Enfin, au delà de E, dépôt plus rapide sur les cubes que sur les octaèdres.

» Une cristallisation conduite lentement dans les limites de C à E fournira de l'alun cubique, tandis qu'en marchant plus rapidement on aura des octaèdres. *Les cristaux se seront développés en sens opposés relativement à la face la plus stable* (ici celle du cube). C'est une loi générale qui me paraît devoir contribuer à expliquer les aspects variés sous lesquels se présente souvent une même espèce minérale et aussi à donner des indications sur les circonstances qui ont présidé à la formation des cristaux naturels; je l'ai vérifiée très-fréquemment et ne lui ai point trouvé d'exceptions; le gallium permet de l'appliquer d'une manière assez frappante.

» Le métal surfondu étant refroidi vers 15 ou 20 degrés, on le touche avec une trace de gallium solide, et au bout de trois ou quatre secondes on enlève des cristaux octaédriques peu ou point modifiés par la base p. Si le métal est très-près de son point de fusion, les cristaux mettent plusieurs minutes pour atteindre la même grosseur; dans ce cas ils sont tabulaires, par suite de l'énorme extension de la base p. Il est facile d'obtenir tous les intermédiaires entre les lames minces parallèles à p et les octaèdres complets. »

GÉOGRAPHIE. — *Communications relatives à diverses questions géographiques;* par M. DE LESSEPS.

« Dans le Congrès universel de Géographie qui a été tenu à Paris en 1875, la Société de Géographie de Paris a reçu la mission d'examiner les divers projets de canaux maritimes interocéaniques et de former une Commission chargée de donner son opinion sur le projet qu'elle jugerait le plus praticable sous le point de vue scientifique.

» Nommé Président de cette Commission préparatoire, j'ai adressé une circulaire aux principales chambres de commerce de l'Europe et aux États de l'Amérique septentrionale et méridionale, en les invitant à envoyer des délégués à une réunion internationale qui aura lieu dans l'hôtel de la Société géographique de Paris le 15 mai prochain.

» L'Académie des Sciences apprendra avec intérêt que notre impérial confrère don Pedro d'Alcantara a donné son adhésion à la conférence, par une Lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser, et dont je reproduis le premier paragraphe :

« J'ai communiqué votre circulaire au gouvernement brésilien, et j'espère que mon pays sera représenté au Congrès.

» Il y a près de quarante ans que je suis avec le plus vif intérêt les différentes études pour le percement de l'isthme américain.

» M. Soleillet m'a adressé la Lettre suivante, datée de Ségou-Sikoro, sur les bords du Niger :

« 15 octobre 1878.

» Je suis parti de Saint-Louis du Sénégal le 17 avril dernier et arrivé ici le 1er octobre. Mon exploration a donc déjà duré six mois. Mon système consistait à marcher le plus lentement possible, m'arrêtant dans chaque village et y faisant un séjour plus ou moins long chaque fois que j'ai trouvé une occasion ou un prétexte.

» Je voyage avec le plus simple de tous les équipages, sans arme, sans escorte, avec une mule très-pacifique, accompagné d'un seul domestique. Je m'habille et je me nourris comme un indigène. Empressé à rendre service, j'ai su m'acquérir la sympathie des populations que j'ai traversées; aussi ai-je trouvé ici tout le monde prévenu en ma faveur, et je reçois du sultan ainsi que de son peuple le meilleur accueil. Le sultan m'a fort bien traité et m'a fait un fort beau cadeau. Il a fait saluer par ses troupes, *en grande pompe*, le drapeau français que j'avais arboré à l'arrière de ma pirogue, ce qui n'avait encore jamais été fait. »

» Ségou, sur les bords du Niger, est (la capitale de ce pays s'appelle *Amadou*) la même qui a retenu pendant neuf mois, sous de spécieux prétextes (en 1860), le lieutenant de vaisseau Mage et le médecin Quentin, qui avaient été envoyés par le général Faidherbe, gouverneur du Sénégal.

» Ces officiers avaient dû rentrer à Saint-Louis sans poursuivre leur voyage. Ils ont observé qu'à l'époque où ils se trouvaient à Ségou les eaux étaient trop basses pour descendre jusqu'à Tombouctou ; mais les naturels leur ont déclaré qu'à l'époque des crues les eaux s'élevaient de 3 à 4 mètres.

» M. Stauchs, secrétaire général de l'Association internationale africaine, m'écrit de Bruxelles à la date du 22 mars :

« M. Barboza du Bocage, Président du Comité portugais de l'Association internationale africaine, vient de m'envoyer le télégramme suivant :

« Bonnes nouvelles de notre expédition ; Serpa Pinto est arrivé à Pretowa après une » rude traversée de Behé au Transvaal. Il annonce d'importantes découvertes concernant le » cours du Zambèze. »

» On sait que l'origine du cours du Zambèze était tout à fait inconnue. La traversée de l'ouest à l'est, terminée avec succès par M. Serpa Pinto, en sens contraire de celles qui avaient été exécutées par Livingstone, Cameron et Stanley, offrira le plus grand intérêt. En attendant que les détails soient connus, la Société géographique de Lisbonne en a fait connaître le résumé télégraphique suivant, qui lui a été adressé par M. Serpa Pinto.

« Je me trouve à six journées de l'océan Indien, à la veille de terminer ma traversée de l'Afrique, depuis la côte ouest. J'ai lutté contre la faim et la soif, les bêtes féroces, les sauvages, les inondations et la sécheresse; j'ai heureusement surmonté tous ces obstacles. — ? — Travaux sauvés : vingt Cartes géographiques, trois volumes de coordonnées importantes, études météorologiques, trois volumes de dessins, un volumineux Journal. J'ai perdu beaucoup de monde. Étude complète du Haut-Zambèze; soixante-douze cataractes et rapides. Plan des cataractes. Indigènes féroces, guerres constantes. »

» M. le commandant Roudaire m'annonce qu'il a poussé ses sondages sur le seuil de Gabès jusqu'à 10 mètres au-dessous du niveau de la mer, n'ayant rencontré que des sables et des marnes argileuses. Il s'est rendu dans le chott de Djérid pour y installer ses appareils de sondage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROLOGIE. — *Addition à une Note précédente sur l'endiguement du Tibre, à Rome.* Note de M. **Dausse**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle M. le général Morin est prié de s'adjoindre.)

« J'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 12 août 1878, une Note sur l'endiguement du Tibre, à Rome. Qu'il me soit permis de revenir sur le grave et pressant sujet de cette Note : il s'agit de Rome et de la plus grande question hydraulique actuelle. Après le désastre causé par la crue diluvienne du 28 décembre 1870, il y a, en effet, urgence de préserver autant qu'il se peut l'illustre cité du retour d'un pareil fléau....

» Je ne répète pas ce que j'ai dit dans la Note du 12 août; je rappelle seulement les faits constants sur lesquels repose ma promesse formelle d'abaisser le Tibre, dans Rome, d'au moins 3 mètres, et de rétablir ainsi le régime antique. Ces faits sont consignés dans les *Études* que l'Académie m'a fait l'honneur de publier, en 1872, dans le tome XX de son *Recueil des Savants étrangers*. Je les résume.

» Abaissement stable et constant :

» 1. De $1^m,50$, de l'Isère, à Grignon, par le duit construit en aval, c'est-à-dire par l'endiguement continu et très-abrégé du cours de la rivière, page 181 desdites *Études*.

» 2. De $2^m,00$, par le prolongement ultérieur de ce duit, même page 181.

» 3. De $2^m,15$, de l'Arve, par le duit de Sallanches, page 54.

» 4. De $2^m,40$, de l'Arve encore, par le duit de Bonneville, page 54.

» 5. De $2^m,61$, de l'Arc, par le duit d'Aiton, page 189.

» 6. De $3^m,25$, par le prolongement sur l'Isère du même duit, page 190.

» 7. De $4^m,06$, du Linth Canal, par le duit ouvert à l'issue du lac de Walen, par Escher, avec emploi d'épis accouplés produisant un surcroît de creusement par la concentration du courant et par les tourbillons qu'ils occasionnent, page 35.

» Ce sont là, je le répète, des abaissements parfaitemement constatés, certains et permanents, produits par des duits de certaines longueurs sur des cours d'eau médiocres charriant des cailloux, abaissements à bien plus forte raison réalisables, sans aucun doute, sur un aussi grand fleuve que le Tibre, là où il ne charrie que sable et limon.

» Dans une Note que j'ai lue à la Société géologique de France, le 21 décembre 1874 [1], je dis que les lacs s'abaissent ou s'exhaussent avec le temps, suivant qu'il y a gorge ou plaine à leur issue. C'est ainsi que, depuis les Romains, le lac de Genève s'est abaissé d'environ 2 mètres, et que le lac de Bienne s'est relevé, au contraire, à peu près d'autant. L'émissaire du Léman, le Rhône, limpide et resserré, a non-seulement toujours emporté les cailloux que l'Arve charrie en abondance, mais il a fait plus encore, peu à peu; et l'inverse a eu lieu pour le lac de Bienne, dont l'émissaire, la Zihl, est limpide aussi, mais n'a qu'un faible débit auprès de celui de l'Aar, qui ne cessait d'accumuler ses apports pierreux et vaseux dans la large vallée inférieure au lac. Dans le premier cas, pertinent en l'espèce, la nature a donc pratiqué et continue à pratiquer elle-même le procédé qui je signale, outre qu'elle l'a fait très en grand presque partout, et j'en cite nombre d'exemples dans les *Études* (p. 23, 41, 55). »

M. P.-E. Chases adresse diverses Notes concernant les limites de la gravitation et les orbites des planètes.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Tisserand.)

---

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. III, p. 137.

M. **Martha-Becker** adresse une Note sur les « Rapports des masses et des vitesses entre l'éther et la matière pondérable ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Delaurier** adresse un Mémoire sur l'utilisation du mouvement horizontal des vagues, comme force motrice fixe et comme force de propulsion pour les navires.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

M. l'abbé **Laborde** adresse une théorie du téléphone.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, du Moncel, Breguet.)

M. **Cario** adresse, pour le Concours du prix Poncelet, un Mémoire sur la « Représentation graphique des puissances ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Rapport sur les observations de l'éclipse de Soleil du 29 juillet 1878, faites à l'observatoire du Harvard College de Cambridge, par M. *L. Waldo*.

2° Un Volume de M. *F. Fouqué*, intitulé « Santorin et ses éruptions ».

3° La traduction de l'Ouvrage de *Jean Fernel*, « De luis venereæ curatione perfectissimâ », par M. *L. Le Pileur*.

M. le **Ministre de la Marine** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, l'« Annuaire de la Marine et des Colonies pour 1879 ».

L'**Université impériale de Dorpat** informe l'Académie qu'elle ouvre une souscription pour l'érection d'un monument à *de Baër*.

(Renvoi à la Commission administrative.)

L'**Institut des Ingénieurs mécaniciens** de Londres adresse le programme des recherches qu'il se propose d'entreprendre.

M. C. TANRET, M. ALB. ROBIN adressent leurs remercîments pour les distinctions qui ont été accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Brorsen,* faites par M. TEMPEL, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1879.		Temps moyen de Florence.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Étoile de comparaison.
		h m s	h m s	° ′ ″	
Mars....	10	7.27.59	1.28.29,82	−0.31.38,5	*a*
	10	7.43.4	1.28.32,74	−0.31. 7,7	*b*
	14	7.11.21	1.41.46,54	+2.54.19,2	*c*
	14	7.35.56	1.41.49,20	+2.55.37,9	*d*

» Étoiles de comparaison : a = Boerg. Cop. 353-54; b = Weisse 1^h, 491; c = Schjell. 530; d = Lalande 3230-31. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Formules relatives aux perturbations des planètes;* par M. DE GASPARIS.

« Les coordonnées héliocentriques d'une planète peuvent, ainsi que d'autres éléments du mouvement elliptique, s'exprimer par des séries ordonnées suivant les puissances de l'anomalie moyenne, donnée en parties du rayon. Si l'on pose ψ = longit. périhélie nœud $= \pi - \varphi$, et que l'on fasse

$$\mathrm{H} = (1-e)\sin\psi + \frac{\mathrm{M}}{1}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\cos\psi - \frac{\mathrm{M}^2}{2}\frac{\sin\psi}{(1-e)^2} - \frac{\mathrm{M}^3}{6}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\frac{\cos\psi}{(1-e)^3}$$
$$+ \frac{\mathrm{M}^4}{24}(1+3e)\frac{\sin\psi}{(1-e)^5} + \frac{\mathrm{M}^5}{120}(1+9e)\frac{\cos\psi}{(1-e)^6} + \cdots,$$
$$\mathrm{K} = (1-e)\cos\psi - \frac{\mathrm{M}}{1}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\sin\psi + \frac{\mathrm{M}^2}{2}\frac{\cos\psi}{(1-e)^2} + \frac{\mathrm{M}^3}{6}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\frac{\sin\psi}{(1-e)^3}$$
$$+ \frac{\mathrm{M}^4}{24}(1+3e)\frac{\cos\psi}{(1-e)^5} - \frac{\mathrm{M}^5}{120}(1+9e)\frac{\sin\psi}{(1-e)^6} - \cdots,$$

les coordonnées z, x, y seront données par les équations

$$\frac{z}{a} = \sin i\,\mathrm{H},\quad \frac{x}{a}\cos\varphi\,\mathrm{K} - \sin\varphi\cos i\,\mathrm{H},\quad \frac{y}{a} = \sin\varphi\,\mathrm{K} - \cos\varphi\cos i\,\mathrm{H}.$$

» Il se présente deux variables indépendantes M_1 et M_2 lorsque l'on veut exprimer la valeur inverse du cube de la distance mutuelle des deux masses m_1 et m_2. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations résolvantes.* Note de M. **A.-E. Pellet**, présentée par M. Hermite.

« Soit $f(x)=0$ une équation à coefficients entiers; si son premier membre est irréductible suivant le module premier p, il est irréductible *a fortiori* algébriquement; si, suivant le module p, il se décompose en deux facteurs irréductibles de degré μ et ν, par exemple, il est irréductible algébriquement ou se décompose en deux facteurs de degré μ et ν irréductibles; ainsi de suite. Ces propositions permettent souvent de reconnaître si une équation est irréductible et, dans le cas contraire, donnent des indications précieuses sur la manière dont elle peut se décomposer.

» Supposons que $f(x)=0$ soit irréductible et que toutes ses racines puissent s'exprimer rationnellement en fonction de l'une d'elles; $f(x)$ se décomposera, suivant un module premier quelconque p, en facteurs irréductibles de même degré. En effet, toutes les racines suivant ce module p s'expriment rationnellement en fonction de l'une d'elles, car, si $f[\theta(x)]$, θ étant une fonction entière, est divisible algébriquement par $f(x)$, *a fortiori* le sera-t-il suivant le module p.

» $f(x)=0$ étant une équation à coefficients entiers, soit $F(\nu)=0$ son équation résolvante. Suivant un module premier p, $F(\nu)$ se décompose en facteurs d'égal degré, lequel est égal au plus petit multiple commun des degrés des facteurs en lesquels se décompose $f(x)$ suivant ce module p. En effet, les racines de $F(\nu)\equiv 0$ s'expriment en fonctions entières des racines de $f(x)\equiv 0$ (mod. p), et *vice versa*. Donc : « *Le degré de l'équation résolvante d'une équation à coefficients entiers est un multiple des degrés des divers facteurs irréductibles en lesquels se décompose le premier membre de l'équation suivant un module premier quelconque.* On en déduit immédiatement, en vertu d'un théorème de Galois, que, si une équation de degré premier p à coefficients entiers se décompose suivant un certain module premier en facteurs irréductibles dont le degré ne divise pas $p-1$, l'équation n'est pas résoluble algébriquement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution en nombres entiers de l'équation* (1) $aX^4+bY^4+dX^2Y^2+fX^3Y+gXY^3=cZ^2$. Note de M. **Desboves.**

« Fermat a fait connaître une méthode qui, dans le cas où, c étant égal à s, a ou b est un carré, permet de déduire une nouvelle solution de l'équa-

tion (1) d'une première solution connue. Je vais montrer, dans cette Note, que, si l'équation (1) a une solution (x, y, z), on peut toujours, quels que soient ses coefficients, trouver deux systèmes de formules qui donnent, en général, huit solutions nouvelles. Voici, en quelques mots, l'exposé de la méthode.

» On considère d'abord le cas particulier où, e étant un nombre entier, on a

$$(a+b+d+f+g)c = e^2.$$

Substituant à l'équation (1) celle-ci

$$aX^4 + fX^3 + dX^2 + gX + b = Z^2 \tag{2}$$

(ce qui est permis, pourvu qu'à la fin du calcul on remplace $X, Z, x, z, e, a, b, \ldots$ par $\frac{X}{Y}, \frac{Z}{Y^2}, \frac{x}{y}, \frac{z}{y^2}, \frac{e}{c}, \frac{a}{c}, \frac{b}{c}, \ldots$), et posant

$$X = \frac{\rho + x}{\rho + 1},$$

on obtient une équation en ρ à laquelle on applique la méthode de Fermat. Alors, si l'on désigne par λ, μ deux fonctions de x, y, z, et que l'on pose

$$4a+f=q,\quad 3f+2d=r,\quad 2d+3g=s,\quad g+4b=t,$$
$$6a+3f+d=u,\quad 3f+4d+3g=v,\quad d+3g+6b=w,$$
$$a+b+d+f+g=i,\quad 4a+3f+2d+g=h,\quad f+2d+3g+4b=k,$$
$$8a^2+24ab+12ad+12af+12bf+4df$$
$$+4bd+6fg+16ag+3f^2-g^2=l,$$
$$4af+12df+4gf-12ag+4bg+12dg$$
$$-32ab-12bf+6f^2+8d^2+6g^2=m,$$
$$4ad+12bd+12ag+12bg+4dg+6fg$$
$$+24ab+16bf+8b^2+3g^2-f^2=p,$$

on obtient les deux systèmes suivants :

Premier système.

$$\lambda = e(qx^3+rx^2y+sxy^2+ty^3)-(hx+ky)cz,$$
$$\mu = lx^2+mxy+py^2-8eiz,$$
$$X = 4e\lambda - c\mu x,$$
$$Y = 4e\lambda - c\mu y,$$
$$Z = 16ie\lambda^2 - 2\lambda\mu(hx+ky)+c^2\mu^2 z.$$

Second système.

$$\lambda = (qx^3 + rx^2y + sxy^2 + ty^3)^2 - 4(ux^2 + vxy + wy^2)cz^2 + 8ez^3,$$
$$\mu = (hx + ky)cz - e(qx^3 + rx^2y + sxy^2 + ty^3),$$
$$X = c(\lambda + 4\mu xz),$$
$$Y = c(\lambda + 4\mu yz),$$
$$Z = c[e\lambda^2 + 2\lambda\mu(qx^3 + rx^2y + sxy^2 + ty^3) + 16c\mu^2z^3].$$

» Dans les formules précédentes, on doit donner à x, y, z des valeurs positives et négatives; mais on voit aisément qu'en faisant toutes les combinaisons de signes possibles on déduit, en général, quatre solutions nouvelles de chacun des deux systèmes. Cependant, si l'équation (1) se réduisait à la forme $aX^4 + bY^4 = cZ^2$, le nombre des solutions données par chaque système ne serait plus que de deux, parce que, dans ce cas, lorsque l'on change y et z en $-y$ et $-z$, le rapport $\frac{X}{Y}$ prend des valeurs égales et de signes contraires dans le premier système, et des valeurs égales dans le second. On peut alors, dans les formules, ne donner à x, y, z que des valeurs positives, pourvu que l'on mette le double signe devant les termes qui contiennent z à des puissances impaires.

» On passe maintenant au cas général comme il suit.

» (x_0, y_0, z_0) désignant une première solution de l'équation (1), on écrit cette équation sous la forme

$$ax_0^4\left(\frac{X}{x_0}\right)^4 + by_0^4\left(\frac{Y}{y_0}\right)^4 + \ldots = cz_0^2\left(\frac{Z}{z_0}\right)^2.$$

» On voit alors que, si l'on considère ax_0^4, by_0^4, ... comme les coefficients et $\frac{X}{x_0}$, $\frac{Y}{y_0}$, $\frac{Z}{z_0}$ comme les inconnues, on rentre dans un cas particulier du précédent, celui où l'on a $i = e = c$, et que, par suite, on obtient les formules qui conviennent à l'équation (1), sous sa forme la plus générale, en remplaçant, dans les deux systèmes donnés plus haut, X, Y, Z, x, y, z, a, b, .., respectivement, par $\frac{X}{x_0}$, $\frac{Y}{y_0}$, $\frac{Z}{z_0}$, $\frac{x}{x_0}$, $\frac{y}{y_0}$, $\frac{z}{z_0}$, ax^4, by^4, ...

» L'artifice qui vient d'être employé en dernier lieu avait déjà été mis en usage par M. Lucas dans le cas particulier de l'équation $aX^4 + bY^4 = cZ^2$ (*Nouvelles Annales*, p. 69; 1879). »

PHYSIQUE. — *Vibrations moléculaires dans les métaux magnétiques pendant le passage des courants ondulatoires dans ces métaux.* Note de M. **Ader**, présentée par M. Th. du Moncel.

« M. de la Rive, en 1846, a démontré que, lorsqu'un courant électrique interrompu rapidement traverse un fil de fer tendu, il produit des sons en rapport avec le nombre des interruptions, et cette expérience est une de celles qui l'ont confirmé dans son idée que les sons reproduits dans l'expérience de M. Page étaient la conséquence de vibrations moléculaires. Je viens d'entreprendre à cet égard une série d'expériences qui confirment ce fait et qui, comme dans ma précédente Communication, peuvent fournir des données intéressantes pour la science de l'Acoustique. Voici les conclusions auxquelles je suis parvenu :

» 1° Avec tous les *métaux magnétiques* (fer, acier, nickel, cobalt, etc.), le passage d'un courant ondulatoire à travers ces métaux détermine dans leur intérieur des vibrations moléculaires qui, recueillies, donnent des sons articulés.

» 2° Pour que les vibrations apparaissent avec toute leur intensité à l'extérieur des métaux magnétiques, il est indispensable d'opposer aux fils ou barreaux une action mécanique, surtout *l'inertie de deux masses lourdes à leurs extrémités.*

» 3° Les effets de ces vibrations moléculaires électrodynamiques et les conditions d'actions mécaniques à opposer aux barreaux sont absolument les mêmes que ceux que j'ai indiqués pour les vibrations moléculaires électromagnétiques, et tous les raisonnements que j'ai fournis et tous les procédés d'expérimentation leur sont applicables.

» *Observations.* — Pour bien réussir les expériences, il est utile d'avoir une pile fournissant de l'électricité de quantité et un circuit assez court. L'instrument peut se composer d'un fil de fer d'environ 6 ou 8 centimètres de long et 1 ou 2 millimètres de grosseur, fixé sur une planchette par un bout et muni à l'autre bout d'une masse lourde. Les fils conducteurs sont attachés aux extrémités du petit barreau, afin que le courant ondulatoire le parcoure dans toute sa longueur. »

CHIMIE. — *Sur l'ytterbine, terre nouvelle de M.* Marignac. Note de **M. L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« Upsal, 12 mars 1879.

» On sait combien a été utile, pour la connaissance des métaux de la gadolinite, l'observation faite il y a vingt ans, par M. Berlin, des décompositions différentes qu'éprouvent les azotates par une élévation de température : elle vient encore d'enrichir la Science de nouveaux résultats. M. Berlin lui-même est parvenu, en appliquant cette observation, à obtenir la terre blanche yttria parfaitement purifiée de la terre rose qui y a été découverte en 1843 par Mosander; depuis, MM. Bahr et Bunsen, et plus tard M. Höglund, sont arrivés à purifier la terre rose de l'yttria. Enfin, récemment, M. Marignac a découvert que cette terre rose, qu'on avait appelée jusqu'ici *erbine,* n'était qu'un mélange de deux terres distinctes : l'une, d'un rose pur, présentant des bandes d'absorption marquées, l'*erbine;* l'autre, blanche, à laquelle il donne le nom d'*ytterbine*. La quantité de ce corps nouveau dont il disposait était trop faible pour permettre de la préparer à un état de pureté parfaite; mais il est conduit à penser que l'ytterbine est parfaitement blanche et sans raies d'absorption, et que son poids moléculaire atteindra 131, calculé pour la formule YbO.

» Obligé, par défaut de matière, de renoncer à une étude plus étendue de sa terre nouvelle, l'illustre savant invite les chimistes qui pourraient posséder des quantités notables d'erbine à poursuivre ses recherches. Depuis quelque temps, je me suis livré à cette étude, d'autant plus volontiers que j'étais, à l'époque où son Mémoire parut, sur le point de procéder à une révision du poids moléculaire que M. Höglund attribue à sa terre (129,7), car, parmi les produits examinés à cet égard par ce chimiste, il en mentionne quatre qui présentent un poids moléculaire plus élevé (131,2, 130,4, 129,9 et 129,8). J'ai donc présumé qu'il serait possible de pousser la décomposition de l'azotate de son erbine plus loin et d'arriver enfin à un nombre constant plus élevé.

» En commençant ce travail, je disposais de 63 grammes d'erbine, ayant pour poids moléculaire 129,25, retirée de la gadolinite ainsi que de l'euxénite en suivant exactement la marche méthodique que M. Marignac décrit dans son Mémoire; mais je cessais de chauffer la masse fondue au moment où les vapeurs rutilantes commençaient à se développer, et j'obtenais ainsi toujours des sous-azotates cristallisés, de plus en plus riches en erbine. J'essayai d'abord d'appliquer le même procédé pour extraire l'ytterbine de

l'erbine : je trouvai que le poids moléculaire de la terre, se déposant comme sous-azotate cristallisé, s'élevait lentement à 130,0, 130,2, 130,4, jusqu'à 130,57 (pour une très-petite quantité); mais le travail est tellement long et fatigant, qu'on peut se demander si l'on parviendrait à préparer ainsi une ytterbine complétement pure.

» J'employai ensuite le procédé de M. Marignac, sans modification, avec un véritable succès. Après treize séries de décompositions des azotates, jusqu'à la solidification complète, il resta un sous-azotate qui, à l'état d'azotate fondu, ne présenta que deux faibles raies d'absorption dans le vert et dans le rouge. La solution fut précipitée par l'acide oxalique, évaporée, et donna $3^{gr},5$ d'une terre blanche, présentant seulement une teinte rose à peine perceptible. La détermination du poids moléculaire me conduisit aux résultats suivants :

		Sulfate.
I.	$1^{gr},0238$ de la terre donnèrent........	$1^{gr},6655$ (RO = 127,62)
II.	1,0302	1,6758 (RO = 127,66)

» Ces déterminations, comme toutes celles que je mentionne ici, ont été effectuées en dissolvant la terre calcinée par l'acide nitrique, ajoutant une quantité convenable d'acide sulfurique, évaporant la solution, et chauffant enfin à feu libre, à une température telle que le sulfate formé se dissolve parfaitement dans l'eau. Les acides employés étaient absolument purs.

» Je ne pouvais m'expliquer le résultat de ces deux déterminations, conduisant à un nombre aussi faible que 127,66 ou 127,62, s'il n'y avait un mélange avec une autre terre, présentant un poids moléculaire inférieur à celui de l'ytterbine. Ainsi se posait alors un nouveau problème, celui de démontrer la présence d'un pareil oxyde, et, s'il était possible, de l'isoler et d'en déterminer les caractères. Le Mémoire qui suit donnera les résultats fournis par ces recherches.

» Cependant, ayant obtenu ainsi pour le poids moléculaire le nombre 127,6, au lieu du nombre 131 indiqué par M. Marignac, j'examinai les solutions d'où s'étaient déposés les divers sous-azotates insolubles. Les résultats sont compris dans le Tableau ci-après, qui comprend non-seulement les treize séries de décomposition précédemment indiquées, mais encore huit autres que j'ai exécutées parce que le poids moléculaire de la terre déposée de la solution comme sous-azotate continuait sans cesse à diminuer, tandis que la terre qui restait en dissolution présentait au contraire toujours le même poids moléculaire, environ 131.

Numéros d'ordre des décompositions.	Terre en dissolution. Poids.	Poids moléculaire pour RO.	Couleur.
1-2.....	6,2 gr	128,48	Rose avec une teinte de jaune.
3-4.....	6,4	129,45	Rose.
5-6.....	5,9	129,95	Rose pâle.
7-8.....	5,1	130,32	Rose faible.
9.......	1,7	131,09	Blanche avec une teinte de rose.
10.......	1,4	131,75	Blanche avec une teinte faible de rose.
11.......	1,4	131,23	Blanche avec une teinte très-faible de rose.
12.......	0,6	131,09	Blanche avec une teinte extrêmement faible de rose.
13.......	1,0	131,53	Blanche avec une teinte de rose à peine perceptible.
14.......	0,5249	131,35	
15.......	0,7051	131,64	
16.......	0,4827	131,62	Blanche.
17.......	0,3860	131,18	
18.......	0,3685	131,66	
19.......	0,2489	130,65	
20.......	0,1671	130,16	
21.......	0,1372	130,67	

» Les eaux mères 9-17 renfermaient toutes une terre d'un poids moléculaire plus élevé que 131. Réunies et soumises à la décomposition partielle selon la méthode de M. Marignac, elles donnèrent, après huit séries d'opérations, environ 3gr,5 d'une terre, dont l'azotate fondu ne présenta qu'une seule raie d'absorption très-faible dans le vert ou la raie la plus forte de l'erbine. La petite quantité de l'erbine mélangée se concentrait dans les huit solutions, et la couleur rose était surtout remarquable dans l'azotate fondu. Le poids moléculaire de cette terre fut trouvé égal à 131,63. Par la décomposition de son azotate, en cessant de chauffer au moment où la masse, d'abord fondue, prenait une consistance pâteuse, on parvint facilement à en éliminer les dernières traces d'erbine. Dans deux opérations diverses, il se déposa des sous-azotates contenant une terre dont le poids moléculaire fut trouvé égal à 131,92 ou à 132,17. En effet :

		Sulfate.
I.	0gr,7503 de la terre donnèrent..........	0gr,2053 (RO = 131,92)
II.	0,7119	0,1428 (RO = 132,17)

» L'azotate fondu de cette terre ne présente aucune trace de raie d'absorption ; c'est donc de l'ytterbine parfaitement pure. La supposition de

M. Marignac, que la terre nouvelle ne donnerait pas de phénomènes d'absorption, est donc tout à fait fondée.

» L'erbine de tous les auteurs précédemment cités, ainsi que celle de M. Marignac, est formée, pour la plus grande partie, d'ytterbine. Si l'on admet avec lui un poids moléculaire inférieur à 122 pour l'erbine pure, il faut admettre que ma préparation primitive (129,25) renfermait au moins les $\frac{4}{5}$ de son poids d'ytterbine. Mais le poids moléculaire de l'erbine pure étant probablement bien inférieur à ce nombre, la terre = 129,7 ne contient peut-être que quelques centièmes de la terre colorée. Cependant l'intensité de sa coloration est si grande, qu'on peut, même à l'œil nu, en découvrir facilement les plus petites traces dans un azotate fondu ou dans l'ytterbine même; dès lors, elle présentera sans doute, à l'état de pureté, des phénomènes d'absorption aussi prononcés que le didyme. Je puis donc espérer extraire encore, de la quantité de matière que je possède, une quantité d'ytterbine assez grande, non-seulement pour constater que le poids atomique de l'ytterbium est un peu plus élevé que M. Marignac ne le suppose (132 au lieu de 131, ou, si l'on a égard aux recherches les plus récentes, et que l'on regarde cet élément comme tétratomique et qu'on représente la terre par Yb^2O^3, 174 au lieu de 172,5), mais aussi pour effectuer prochainement une étude détaillée de ses propriétés chimiques en général. »

CHIMIE. — *Sur le scandium, élément nouveau.* Note de M. L.-F. Nilson, présentée par M. Berthelot.

« La préparation de l'ytterbine, décrite dans la Note précédente, m'avait fourni une terre déposée comme sous-azotate insoluble; en reprenant la masse chauffée par l'eau bouillante, on trouva que le poids moléculaire était, non pas 131, comme il aurait dû être d'après l'indication de M. Marignac, mais 127,6. J'en conclus qu'une terre présentant un poids moléculaire inférieur à 131 devait être mêlée au produit examiné. M. Thalén, qui a eu la bonté d'en examiner le spectre, ayant trouvé que le chloride de ce corps présentait quelques raies inconnues pour les éléments déjà décrits, je dus essayer d'isoler ce corps. Dans ce but, j'effectuai plusieurs décompositions partielles des azotates et quelques déterminations du poids moléculaire de la terre déposée dans les résidus insolubles et renfermant le corps nouveau, selon les méthodes indiquées dans ma Note sur l'ytterbine. Les résultats sont compris dans le Tableau suivant.

Numéros d'ordre des décompositions précédentes.	Poids de la terre déposée.	Déterminations de poids moléculaires de la terre. Terre pesée	Sulfate obtenu.	Poids mol. pour RO.
13........	3,5 gr	1,0238	1,6656	127,62
		1,0302	1,6758	127,66
17........	1,4	0,7070	1,1679	122,72
19........	0,73	0,7135	1,2014	116,99
20........	0,53	0,5129	0,8765	112,85
21........	0,35	0,3298	0,5791	105,83

» Après la dernière série de décompositions, le poids moléculaire s'était ainsi abaissé de 26 unités au-dessous du nombre 132, qui appartient à l'ytterbine; mais néanmoins le produit examiné était encore mélangé à cette terre comme impureté. Dans l'impossibilité d'exécuter encore une ou plusieurs décompositions partielles des azotates pour obtenir peut-être le corps nouveau parfaitement pur, je n'eus pas, en réalité, besoin d'en arriver là pour démontrer que l'oxyde d'un élément jusqu'ici inconnu se trouvait mélangé avec l'ytterbine, car les raies spectrales du corps, examinées également dans l'état impur de l'ytterbine, mirent suffisamment en évidence le caractère d'un élément propre : c'est ce qui ressort de la Note suivante de M. Thalén :

« Dans la recherche spectrale d'une terre nouvelle retirée de l'erbine par M. L.-F. Nilson j'ai trouvé les raies suivantes, propres au spectre de ce corps. Les nombres ci-dessous indiquent, en mesure millimétrique, des cent-millièmes de la longueur d'onde :

Couleur des rayons.	Longueur d'onde.	Intensité.	Remarques.
Orangé.	6078,5	3	Large et nébuleuse.
	6072,5	3	
	6054,0	5	Nébuleuse.
	6035,0	2	
	6019,0	4	Nébuleuse.
Jaune...	5736,0	6	
	5729,0	6	
	5719,0	4	Très-fines et claires.
	5710,5	4	
	5700,0	4	
	5686,0	4	
	5671,0	4	
	5657,5	4	
	5526,0	2	Forte.
Vert...	5089,0	6	Fines.
	5084,5	5	
	5082,3	4	
	5081,0	3	
	5030,0	3	
Bleu...	4742,5	3	
	4739,0	4	
	4736,5	5	
	4733,0	5	
Indigo.	4404,0	»	
	4373,0	»	
	4323,0	»	
	4319,0	»	
	4313,0	»	
	4245,5	»	

» Faute de lumière solaire, on n'a pas pu déterminer les raies les plus faibles.

» Outre ces raies, j'en ai observé plusieurs autres qui se retrouvent dans le spectre de l'ytterbium et qui ont été déjà indiquées dans le spectre de l'erbine, préparé par M. Höglund.

» Dans cette recherche, j'ai employé l'appareil d'induction de Ruhmkorff (grand modèle), huit éléments de Bunsen, deux bouteilles de Leyde, deux prismes de flint (de 60 degrés) et le grand spectroscope que j'ai décrit autrefois ([1]). Pour déterminer exactement la situation des raies des deux corps, l'ytterbium et l'élément nouveau, j'ai employé deux excitateurs, placés devant la fente du spectroscope, qui était munie d'un petit prisme; de cette manière, il fut aisé de comparer entre eux les deux spectres, placés l'un au-dessus de l'autre dans le champ de vision de la lunette. L'enregistrement dans le spectre solaire fut exécuté quelques jours d'avance, le 7 et le 10 mars; je pense donc que les déterminations des raies ne peuvent différer que très-peu de la position réelle, quoique je n'aie prétendu effectuer que des déterminations approximatives.

» Upsala, le 11 mars 1879.

» Rob. Thalén. »

» Pour l'élément ainsi caractérisé, je propose le nom de *scandium*, qui rappellera sa présence dans la gadolinite ou dans l'euxénite, minéraux qui n'ont été trouvés jusqu'ici que dans la péninsule scandinave.

» Quant à ses propriétés chimiques, je sais seulement, quant à présent, qu'il donne une terre blanche, dont les solutions ne présentent pas de bandes d'absorption; que la terre calcinée ne s'attaque que lentement par l'acide nitrique étendu, même à l'ébullition, plus aisément par l'acide chlorhydrique; qu'elle se précipite complétement par l'acide oxalique de la solution de l'azotate; que ce sel se décompose très-facilement, complétement, à ce qu'il semble, à la même température où l'azotate de l'ytterbium ne se transforme que partiellement en sous-azotate; qu'elle donne avec l'acide sulfurique un sel inaltérable aux températures élevées, dans les mêmes circonstances que les sulfates des métaux de la gadolinite et de la cérite; que ce sulfate, comme ceux-ci, se laisse décomposer complétement par la calcination avec le carbonate d'ammoniaque. Le poids atomique du scandium = Sc, calculé pour la formule ScO de la terre, est inférieur à 90, parce que la terre la plus pure, examinée dans le spectre, retient encore un peu d'ytterbine. Cependant, toutes les raies de ce produit paraissant très-nettes, et quelques-unes d'entre elles, qu'on n'avait pas observées, étant caractéristiques, on peut en conclure que le poids atomique du scandium ne sera pas notablement inférieur au minimum qu'on a atteint pour le moment.

» Il serait certainement prématuré de discuter les affinités du nouveau

---

([1]) *Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques* (*Nova Acta reg. Soc. Scient. Upsal.*, ser. 3, vol. VI; 1868).

corps ou sa place parmi les autres éléments; mais je ne puis m'empêcher de faire à cet égard quelques observations, d'après ses propriétés chimiques connues jusqu'ici.

» L'azotate de scandium se décomposant si aisément par une élévation de température, qu'une ytterbine presque pure a été obtenue par les décompositions 13-21 de la Note précédente, tandis que la scandine se déposait complétement dans les résidus insolubles, il n'est pas possible que l'oxyde ait la formule ScO. La composition de cette terre ne présente pas plus d'analogie avec celle de l'ytterbine (formule Sc^2O^3), et elle ne peut appartenir au groupe des métaux de la gadolinite, car les azotates de ces métaux se décomposent d'autant plus facilement que les poids atomiques sont plus élevés, ou la basicité des terres est d'autant plus grande que le poids moléculaire est plus faible. Il reste donc seulement à admettre que la terre scandine aura la formule ScO^2 et que le scandium devra être placé parmi les métaux tétratomiques. Sa place sera ainsi entre l'étain et le thorium, et son poids atomique, compris entre 160 et 180, remplira le vide qui existe jusqu'ici entre les poids atomiques de ces deux éléments, 118 et 234.

» La terre dont j'ai extrait le scandium tire son origine de deux minéraux, la gadolinite et l'euxénite. M. Marignac n'ayant observé qu'une augmentation continuelle du poids moléculaire de la terre qu'il a retirée de la gadolinite, j'inclinerais à présumer que le scandium se trouve seulement dans l'autre minéral, si M. Thalén n'avait pas fait l'observation intéressante qu'une raie spectrale, auparavant commune à l'erbium et l'ytterbium préparés au moyen de la gadolinite, appartenait au spectre du scandium sans être visible dans celui de l'ytterbium. Puisque M. Clève a mis 10 kilogrammes de gadolinite en œuvre et me permettra prochainement de traiter une quantité assez grande d'euxénite, on peut présumer que cette question sera bientôt résolue.

» Je termine cette Note en exprimant ma reconnaissance à M. Thalén, pour ses recherches spectrales exécutées sur les produits renfermant le scandium. N'ayant encore à ma disposition qu'une quantité très-faible de ce corps, qui, retiré de l'ytterbine, ne donnerait peut-être que 0,25 de la terre, je n'aurais pas pu, sans sa coopération puissante, arriver dès aujourd'hui à démontrer l'existence d'un élément nouveau. Cependant j'espère pouvoir prochainement lui livrer des chlorides purs de l'ytterbium, ainsi que du scandium. La Science peut donc attendre de M. Thalén une étude complète des spectres des deux éléments récemment découverts. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyanosulfite de potassium*. Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« Quand on fait passer un courant d'acide sulfureux dans une solution maintenue froide de cyanure de potassium a 40 pour 100 environ, on observe un déplacement plus ou moins complet d'acide cyanhydrique. Peu à peu la liqueur brunit, et, au bout de quelques jours, à mesure que l'acide cyanhydrique se résorbe, il se dépose des masses réniformes composées de cristaux radiés. Ces cristaux, essorés, redissous et décolorés par le noir animal, se déposent de nouveau sous la même forme et correspondent à la formule

$$SO^2 CAzK, H^2O,$$

qui est celle d'un cyanosulfite de potassium ou sel potassique de la cyanhydrine sulfureuse, qu'on obtiendrait en remplaçant dans l'acide sulfureux hydraté le groupe (OH) par le groupe équivalent (CAz).

» D'après les circonstances de la préparation, on conçoit : 1° que le cyanure de potassium réagisse sur l'acide sulfureux, lequel échange son hydrogène contre du métal et donne naissance à 1 molécule d'acide cyanhydrique; 2° que l'acide cyanhydrique formé réagisse encore sur un groupe OH du sulfite acide de potassium pour former de l'eau et y substituer son radical cyanogène.

» Le cyanosulfite de potassium cristallise en aiguilles dures groupées en masses sphériques; il est soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, qui ne l'altère pas. Bouilli avec une solution de potasse, il dégage de l'ammoniaque; il réduit les sels d'or et d'argent avec dépôt métallique. A la distillation sèche, il perd simultanément de l'eau et de l'acide sulfureux et se transforme en sulfate et sulfocyanure, ce qui montre que le soufre est lié au cyanogène et au potassium directement.

» Distillé avec du perchlorure de phosphore, le cyanosulfite de potassium donne de l'oxychlorure de phosphore et du chlorure de thionyle $SOCl^2$, ce qui indique l'existence dans ce sel des groupes (SO) et $(OH)^2$. Ces diverses réactions sont exprimées par la formule

$$(OH)^2 = S \begin{matrix} \diagup CAz \\ - K \\ \diagdown O, \end{matrix}$$

qui fournit un nouvel exemple de soufre jouant le rôle de métalloïde hexatomique; les six atomicités sont ici saturées par des groupements de nature ou de valeurs différentes, au lieu de l'être, comme dans l'acide sul-

furique, par le même élément. A ce point de vue, il y a quelque analogie entre le cyanosulfite et l'un des éthers sulfureux dont la formule a été établie par divers auteurs.

» Dans l'action du perchlorure de phosphore, je n'ai pas retrouvé le cyanogène du cyanosulfite parmi les produits volatils, mais bien sous forme de combinaison phosphorique fixe et insoluble dans l'eau, du moins immédiatement. Ce corps, ayant l'aspect de sciure de bois, accompagne le chlorure de potassium formé en même temps. Je me suis assuré, par une expérience directe, que ce produit résulte de l'action de l'oxychlorure de phosphore sur les éléments du cyanure de potassium.

» Le cyanosulfite de potassium est vénéneux, ce que j'ai constaté sur une grenouille. Une heure après l'absorption du sel par la peau, une légère excitation mécanique peut encore provoquer de temps à autre des contractions énergiques dans la région lombaire.

» Quand, dans une solution de cyanosulfite de potassium, on verse un acide étendu, il ne se dégage pas d'acides sulfureux et cyanhydrique comme on devrait s'y attendre, mais il se forme un précipité blanc abondant. Ce précipité, lavé sur un filtre à l'eau froide et séché à l'air libre, renferme

$$SO^2CAzK, SO^2CAzH, 3H^2O;$$

c'est le dérivé acide du précédent, ou cyanosulfite acide de potassium.

» Ce corps a l'aspect d'un sable cristallin blanc; au microscope et même à la loupe, on reconnaît qu'il est formé de sphérules composées de cristaux radiés. Il est fort peu soluble dans l'eau froide; l'eau chaude le décompose; il réduit les sels d'or et d'argent à chaud. A la distillation sèche, il se comporte comme le précédent.

» Les eaux mères primitives qui ont fourni le cyanosulfite de potassium en renferment encore; en effet, elles précipitent par les acides étendus. En sursaturant ces eaux par l'acide sulfureux, les concentrant après décoloration et les abandonnant au frais pendant quelques jours, on obtient une abondante cristallisation d'aiguilles radiées, longues de 2 à 3 centimètres et réunies en sphères. Ce mode de groupement, ainsi que leur forme de pyramides aiguës, appartenant probablement à un octaèdre très-allongé, les rend chatoyantes. Ce nouveau sel répond à la formule

$$SO^2CAzK, SO^3KH,$$

combinaison de cyanosulfite et de bisulfite de potassium (¹). »

(¹) Ces recherches ont été exécutées à l'École Polytechnique, dans le laboratoire de M. Cahours.

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique des sulfures alcalino-terreux.* Note de M. P. Sabatier, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris de déterminer la chaleur de formation des principaux sulfures anhydres. J'exposerai d'abord mes expériences sur les sulfures alcalino-terreux :

» J'ai préparé les sulfures alcalino-terreux à l'état de pureté, en faisant agir l'hydrogène sulfuré sec sur les carbonates purs chauffés au rouge.

» La température était maintenue au rouge pendant une heure. On chauffait ensuite une demi-heure dans un courant d'hydrogène sec; puis on laissait refroidir dans le courant d'hydrogène.

» La pesée du sulfure obtenu contrôlait immédiatement la valeur de l'expérience.

» Les sulfures ainsi produits sont d'une grande pureté. Ils se dissolvent dans l'acide chlorhydrique sans donner de trouble sensible. Cette absence de polysulfures a permis de doser le soufre à l'état d'acide sulfhydrique, par la méthode sulfhydrométrique basée sur l'emploi de l'iode. On a dosé le métal, en transformant un poids connu du sulfure en sulfate, calcinant et pesant.

» Le sulfure de calcium, CaS, est blanc, très-légèrement rosé.

» Le sulfure de strontium, SrS, est blanc grisâtre.

» Le sulfure de baryum, BaS, est gris plus ou moins clair.

» J'ai mesuré la chaleur de dissolution de ces trois sulfures, dans l'acide chlorhydrique étendu, les conditions étant telles que l'hydrogène sulfuré qui se produit reste entièrement dissous.

» 1° *Sulfure de calcium.* — Le poids de sulfure dissous variant de $0^{gr},285$ à $2^{gr},500$, sept expériences ont donné pour un équivalent de sulfure :

13,36, 13,00, 13,4, 13,00, 13,5, 12,8, 13,0,

ce qui donne une moyenne de $+ 13^{cal},15$, à la température de $10°,7$.

» 2° *Sulfure de strontium.* — Le poids du sulfure dissous variant de $1^{gr},755$ à $4^{gr},192$, quatre expériences ont donné par équivalent de sulfure :

13,4, 13,6, 13,7, 13,1

(cette dernière un peu faible, quelques bulles de gaz s'étant dégagées), ce qui donne une moyenne de $+ 13^{cal},5$, à la température de $10°,5$.

» 3° *Sulfure de baryum.* — Le poids de sulfure dissous variant de $1^{gr},320$ à $6^{gr},855$, cinq expériences ont donné par équivalent de sulfure :

13,43, 13,1, 13,63, 13,6, 13,85,

ce qui conduit à la moyenne de $+ 13^{cal},6$, à la température de $10°,5$.

» La réaction

$$\text{MS anhydre} + \text{HCl dissous} = \text{MCl dissous} + \text{HS dissous}$$

dégage donc :

	cal
Pour le sulfure de calcium....................	+ 13,15
Pour le sulfure de strontium....................	+ 13,5
Pour le sulfure de baryum....................	+ 13,6

On en déduit aisément, à l'aide des données thermochimiques connues ([1]), divers résultats intéressants.

» I. *Chaleur de formation des sulfures à partir des éléments.* — M. Thomsen ayant déterminé la chaleur de formation des chlorures de strontium et de calcium, à partir des éléments, on en conclut que :

Ca + S solide = CaS anhydre dégage..............	+ 93,8
Sr + S solide = SrS anhydre »	+ 97,8

La donnée manque pour le baryum, la chaleur d'oxydation de ce métal n'ayant jamais été mesurée ([2]).

» II. *Chaleur de formation des sulfures, à partir de la base anhydre, et de l'hydrogène sulfuré gazeux.* — La réaction :

$$\text{MO anhydre} + \text{HS gazeux} = \text{MS anhydre} + \text{HO gazeux}$$

dégage :

	cal
Pour la chaux..............................	+ 6,8
Pour la strontiane..............................	+ 10,8
Pour la baryte..............................	+ 11,05

» III. *Chaleur de dissolution dans l'eau :*

CaS....................................	+ 2,05
BaS....................................	+ 2,5
SrS....................................	+ 2,4

» On sait que cette dissolution donne lieu, en réalité, à la séparation du sulfure en sulfhydrate de sulfure et base libre :

$$2\,\text{BaS} + \text{H}^2\text{O}^2 + \text{Eau} = \text{BaS, HS dissous} + \text{BaO, HO dissoute dégage}\ldots + 5{,}0,$$

» IV. *Chaleur d'oxydation des sulfures.* — La réaction :

$$\text{MS} + \text{O gazeux} = \text{MO} + \text{S}$$

([1]) *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1879, Tableaux de M. Berthelot.

([2]) M. Thomsen la suppose *a priori* identique à celle du strontium, mais sans avoir fait aucune expérience.

donne :

	Soufre solide.	Soufre gazeux.
	cal	cal
Pour le sulfure de calcium.........	+ 20,0	+ 18,7
Pour le sulfure de strontium.......	+ 16,8	+ 15,5
Pour le sulfure de baryum.........	+ 15,75	+ 14,45

En réalité, l'oxydation est plus complète et donne du sulfate; cette transformation :

$$MS + 4O \text{ gazeux} = MO, SO^3$$

dégage :

	cal
Pour le sulfure de calcium......................	+ 113,5
Pour le sulfure de strontium....................	+ 115,3
Pour le sulfure de baryum......................	+ 118,25 (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur divers iodures et bromures alcooliques.* Note de MM. J. DE MONTGOLFIER et E. GIRAUD, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons eu occasion de faire quelques observations sur la substitution du brome à l'iode ou du chlore au brome dans divers iodures ou bromures alcooliques, au moyen des sels de mercure correspondants.

» 1. On sait que le remplacement direct de l'iode par le brome dans les iodures d'éthyle, d'isopropyle et autres de la série grasse ne présente aucune difficulté. Le bromure de mercure nous a donné aussi et très-facilement les mêmes résultats en le chauffant en tubes scellés à 180 degrés pendant quelques heures avec divers iodures alcooliques. Nous avons ainsi obtenu le bromure d'éthyle et le bromure d'isopropyle qui ont été analysés et dont nous avons constaté toutes les propriétés.

» Mais cette réaction n'a plus lieu avec l'iodure d'allyle : il ne donne dans ces conditions qu'une masse noirâtre dont nous n'avons pu retirer de bromure d'allyle. Si la température de 200 degrés est dépassée, il se forme (surtout à 220-230 degrés) une grande quantité de gaz composés d'acide bromhydrique, d'une trace de gaz absorbable par le brome et d'hydrure de propylène que nous avons isolé à l'état pur et dont nous avons vérifié les principales propriétés. En effet, un volume de notre gaz a brûlé dans l'eudiomètre en consommant 5 volumes d'oxygène, avec contraction de 3 volumes et production de 3 volumes d'acide carbonique. L'alcool absolu en a dissous 6 volumes, solubilité normale.

» L'hydrure de propylène ainsi formé est abondant et paraît dû à une

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

réaction régulière : nous pensons qu'il se forme d'abord une combinaison d'iodure d'allyle et de bromure de mercure, combinaison qui se détruit au-dessus de 200 degrés avec production d'iodure de mercure, de charbon, d'hydrure de propylène et d'acide bromhydrique

$$2C^3H^5I + Hg^2Br^2 = Hg^2I^2 + C^3 + C^3H^8 + 2HBr.$$

Malheureusement, nous n'avons pu contrôler par l'expérience, du moins quantitativement, absolument tous les termes de cette équation. Il se forme un charbon dur et poreux qui, malgré des traitements réitérés à l'iodure de potassium et des lavages prolongés, retient toujours une proportion considérable d'iodure de mercure. D'autre part, nous avons constaté à plusieurs reprises que le volume d'hydrure de propylène obtenu, bien qu'inférieur à ce que devraient donner les quantités mises en expérience, est toujours avec le volume d'acide bromhydrique formé simultanément dans le rapport de 1 à 2, comme le veut l'équation ci-dessus.

» Quoi qu'il en soit, cette réaction donne rapidement de l'hydrure de propylène à peu près pur.

» 2. Le bromure d'éthylène nous a donné avec le chlorure de mercure à 200-205 degrés les résultats annoncés par MM. Friedel et Silva, c'est-à-dire qu'il se forme du chlorure d'éthylène. Mais nous avons obtenu aussi le chlorobromure d'éthylène en faisant la réaction *à la température de* 751 *à* 180 *degrés*. Le produit obtenu après quelques heures de chauffe commence à bouillir vers 95 degrés ; c'est un mélange d'un peu de chlorure, de chlorobromure et d'un excès de bromure dont il est difficile de séparer le chlorobromure tout à fait pur ; mais, quelle que soit la durée de la chauffe, la réaction ne va pas au delà.

» Le produit rectifié présente la composition du chlorobromure et se distingue absolument d'un mélange de chlorure et de bromure par les propriétés suivantes : fixité de son point d'ébullition situé à 105-107 degrés ; densité (densité trouvée 1,705 à 11°) inférieure à celle d'un mélange à équivalents égaux de chlorure et de bromure ; action de la potasse alcoolique qui ne laisse que du bromure de potassium, le chlore passant dans l'éthylène chloré qui se sépare.

» Ce chlorobromure prenant naissance dans des limites de température très-étroites et incompatibles avec les bains d'air, c'est certainement à l'emploi de bains d'huile, dont la température était parfaitement réglée, que nous devons d'avoir reconnu sa formation [1] »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collége de France.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de l'aurine*. Note de MM. **Ph. de Clermont** et **J. Frommel.**

« Un certain nombre de chimistes s'occupent, depuis quelque temps, de la composition de l'aurine et des corps qui lui ressemblent; il serait trop long d'énumérer tous les travaux, qui ne laissent pas que d'être importants. Nous nous sommes proposé de fournir une contribution à cette étude, et nous avons institué à cet effet des expériences qui confirment l'équation suivante :

$$CO^2 + 3C^6H^5,OH = 2H^2O + C^{19}H^{14}O^3.$$

» Elle signifie que 1 molécule d'acide carbonique réagit sur 3 molécules de phénol, en produisant 2 molécules d'eau et 1 moléculed'aurine $C^{19}H^{14}O^3$.

» Nous nous sommes demandé, en premier lieu, si c'est réellement l'acide carbonique qui intervient dans la réaction, ou bien si c'est l'oxyde de carbone, ainsi qu'on l'a cru longtemps; en second lieu, si l'état naissant de l'acide carbonique est une condition indispensable à la production de l'aurine.

» Pour résoudre la première question, nous avons fait réagir, sous pression, à 250 degrés, l'oxyde de carbone sur l'acide phénique; ce dernier est resté inattaqué. L'expérience répétée avec l'acide carbonique a également fourni des résultats négatifs (1).

» Par une disposition particulière des tubes, on produisait dans la partie inférieure le gaz qui devait réagir sur le phénol placé à l'extrémité supérieure et complétement isolé des matières donnant naissance à l'oxyde de carbone et à l'acide carbonique. On s'arrangeait de façon que le volume du gaz dépassât un grand nombre de fois celui des tubes et exerçât, par suite, une très-forte pression à la température de 250 degrés.

» Ce n'est donc ni l'oxyde de carbone ni l'acide carbonique tout formé qui entre en combinaison. Nous avons alors fait réagir, dans les mêmes conditions, un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène sur l'acide phénique. L'oxyde de carbone s'étant combiné à l'oxygène, l'acide carbonique naissant s'est porté sur l'acide phénique en fournissant une quantité notable d'aurine. L'acide carbonique tout formé n'étant pas apte à produire

(1) On a remarqué que l'acide phénique dissolvait sous pression un grand nombre de fois son volume d'acide carbonique, qui le maintient à l'état de surfusion à la température ordinaire.

de l'aurine dans les conditions données, il faut bien croire, ainsi qu'on l'admet généralement à présent, que seulement à l'état naissant son carbone et son oxygène peuvent prendre les positions indiquées par la formule développée de l'aurine,

$$COC^6H^4, C^6H^4OH, C^6H^4OH,$$

qui exige une dislocation complète de tous les éléments de l'acide carbonique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de la lithine dans les roches et dans les eaux des mers; conséquences relatives aux terrains salifères et à certaines classes d'eaux minérales.* Note de M. L. DIEULAFAIT, présentée par M. Berthelot.

« *Résumé et conclusions.* — 1° La lithine a déjà été signalée dans un grand nombre d'espèces minérales. Je l'ai recherchée d'une manière systématique dans toutes les roches dont l'ensemble constitue la formation primordiale. Cette étude a porté sur cent trente-neuf espèces de roches, empruntées à l'Égypte, à l'Algérie, au Canada et à toute la partie ouest de l'Europe, depuis la Méditerranée jusqu'à la Laponie. Il résulte de cette étude que la lithine est aussi répandue que la soude et la potasse, et qu'elle accompagne ces deux bases dans toutes les roches de la formation primordiale.

» 2° La lithine, signalée pour la première fois dans les eaux de la mer par M. Bunsen, existe dans la Méditerranée en quantité telle, qu'elle peut être reconnue dans le résidu de l'évaporation d'un seul centimètre cube. Le fait est général : les eaux de la mer Rouge, de l'océan Indien, des mers de la Chine, du Pacifique et des mers australes m'ont donné les mêmes résultats.

» 3° La lithine se concentre dans les dernières eaux mères des marais salants, en quantité si considérable qu'elle est parfaitement reconnaissable dans la *millième* partie de *un centimètre cube* de ces eaux mères.

» 4° La lithine se concentre en quantité notable dans les boues qui, à toutes les périodes de l'évaporation, se déposent dans les marais salants : c'est en particulier le cas pour les boues des gypses. Il en est tout autrement pour les sels bien cristallisés. Ainsi, les cristaux de gypses des marais salants, bien que formés dans une eau déjà riche en lithine, n'en renferment que des traces extrêmement faibles.

» 5° J'ai examiné au même point de vue les gypses et les marnes (an-

ciennes boues dans ma manière de voir) des terrains salifères de tous les âges, et plus particulièrement encore ceux de la formation tertiaire. J'ai obtenu exactement les mêmes résultats. Ainsi, les gypses en fer de lance de Montmartre et de Pantin ne fournissent pas d'indices de lithine avec quelques centigrammes de la substance cristallisée, tandis que les marnes jaunes qui accompagnent les cristaux, ou qui sont même emprisonnées par petites portions dans leur masse, donnent, sous le même poids, un spectre de la lithine tellement intense qu'il reste encore parfaitement reconnaissable avec *deux dixièmes de milligramme* de cette marne jaune. Les nombreux gisements de gypses tertiaires du sud-est de la France m'ont donné exactement les mêmes résultats.

» 6° J'ai examiné un grand nombre de marnes et de gypses tertiaires, provenant des diverses parties de l'Italie, et tout spécialement ceux de la région des *suffioni* à acide borique. Ils m'ont fourni les mêmes résultats que les gypses tertiaires de France. J'ai aussi examiné l'eau qui a barboté dans les *suffioni*, et dont on retire industriellement l'acide borique; cette eau est riche en lithine : nouvel argument en faveur de la liaison de l'acide borique avec les gypses et les terrains salifères.

» 7° J'ai examiné soixante-treize échantillons de gypses et de marnes *triasiques* provenant du Wurtemberg, des Alpes, de la Provence, du Languedoc et des Pyrénées : les résultats ont été, de tout point, les mêmes que pour les gypses tertiaires.

» 8° J'ai fait voir ailleurs [1] que les gypses sédimentaires de tous les âges et ceux des marais salants renferment constamment de la strontiane, et sensiblement dans les mêmes proportions. J'ai étendu cette recherche de la strontiane aux boues des marais salants et aux marnes des terrains gypseux; les résultats ont, de part et d'autre, été complétement du même ordre, avec cette circonstance que souvent les marnes se sont montrées plus riches en strontiane que les gypses. J'ai examiné à ce point de vue deux cent trente-cinq marnes gypseuses, appartenant à la formation tertiaire et à la formation secondaire, empruntées à l'Europe occidentale et à l'Afrique septentrionale : toutes se sont montrées strontianifères et souvent d'une manière exceptionnelle. Il faut donc rejeter, pour les marnes strontianifères de Paris et de quelques autres lieux célèbres à ce point de vue, toute idée de sources ayant amené la strontiane de l'intérieur du globe, pour ne voir là qu'un cas particulier d'un fait naturel et absolument gé-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1303.

néral, l'imprégnation par la strontiane de tous les dépôts gypseux et de leurs dépendances, imprégnation due elle-même à cette circonstance, que les eaux marines qui ont abandonné les gypses et laissé déposer les marnes contenaient, à différentes époques, comme je l'ai montré (¹), de la strontiane en dissolution.

» 9° *Eaux minérales de la formation primordiale.* — Le fait de la présence de la lithine dans toutes les roches de la formation primordiale entraîne cette conséquence, que toutes les eaux qui se minéralisent dans ce grand horizon doivent contenir de la lithine; c'est en particulier le cas pour une grande partie des eaux minérales des Pyrénées. J'ai constaté que cette conséquence est complétement vraie pour les eaux suivantes qu'il m'a été donné d'examiner jusqu'ici : Luchon, Cauterets, Barége, Saint-Sauveur, Labassère, Visos, Bonnes, Ax, Amélie. La quantité de lithine est même telle dans ces eaux, qu'on doit certainement s'en préoccuper au point de vue thérapeutique.

» 10° *Eaux minérales salines.* — J'ai déjà formulé les résultats auxquels j'ai été conduit par mes recherches géologiques, en ce qui touche l'origine et le mode de formation des eaux minérales salines : *elles sortent des terrains salifères et se minéralisent aux dépens des sels et des substances organiques abandonnées par les anciennes mers.*

» L'ensemble des faits exposés dans le Mémoire actuel me fournissait un moyen de soumettre ma conception à une nouvelle vérification : il s'agissait de savoir si *toutes* les eaux nettement salines contiennent de la lithine en proportion exceptionnelle. J'ai examiné à ce point de vue vingt-huit eaux minérales salines. Toutes renferment de la lithine en quantité telle, que souvent cette substance a pu être reconnue avec *une seule goutte* d'eau, c'est-à-dire avec moins de $\frac{1}{25}$ de centimètre cube. C'est ce qui a eu lieu en particulier pour les eaux d'Allevard, de Balaruc, de Bourbonne, de Contrexeville, de Digne, de Gréoulx, de Miers, de Montbrun, de Pougues, de Salins, d'Uriage, de Birmenstorff, de Loèche, de Wildegg, de Pullna, de Humbourg, de Kissingen, de Kreusnach, de Nascheim, de Soultzmatt. »

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1303.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Résistance des germes de certains organismes à la température de 100 degrés; conditions de leur développement.* Note de M. Ch. Chamberland, présentée par M. Pasteur.

« Dans un travail présenté comme Thèse de doctorat à la Faculté des Sciences de Paris, j'ai montré qu'il existe un organisme microscopique (*Bacillus subtilis?* de Cohn) qui jouit des propriétés suivantes :

» 1° Il est exclusivement aérobie et ne se développe pas du tout dans le vide parfait ou dans l'acide carbonique pur.

» 2° Il se cultive dans presque tous les liquides organiques (eau de levûre, eau de foin, eau de carottes, bouillon, urine, moût de raisin, etc.,) à la seule condition que ces liquides soient préalablement neutralisés par une dissolution de potasse. Si les liquides sont acides, il n'y a plus aucun développement.

» 3° Il donne naissance à des germes ou spores, qui, placés dans des milieux neutres, résistent pendant plusieurs heures à la température de 100 degrés. Les temps nécessaires pour tuer ces spores sont variables avec le liquide dans lequel elles se trouvent. Ainsi, dans l'eau de levûre et dans l'eau de foin, elles peuvent résister pendant cinq heures, tandis que dans l'eau distillée elles sont tuées après deux ou trois heures d'ébullition. Une température de 115 degrés environ les tue très-rapidement.

» 4° Lorsque les spores sont mises dans des milieux peu acides qu'on fait bouillir pendant quelques minutes, ces liquides se conservent, mais les spores ne sont pas tuées, car, en semant ces liquides dans des milieux neutres stériles, on a un développement.

» 5° Enfin, la température de 40 degrés environ m'a paru la plus favorable pour la culture de ces organismes; mais ils se développent encore très-bien à la température de 50 degrés, ainsi que l'avait déjà constaté le Dr Bastian.

» Pendant que je poursuivais ces recherches, qui datent déjà de plus de deux ans, j'ai rencontré un autre organisme qui est aussi un *Bacillus* et dont j'ai étudié les propriétés tout récemment.

» Celui-ci, au lieu d'être purement aérobie comme le premier, est à la fois aérobie et anaérobie. Il absorbe l'oxygène de l'air lorsqu'il se trouve en contact avec lui; mais, placé dans le vide, il agit comme ferment et donne un dégagement de gaz qui est un mélange d'acide carbonique et

d'hydrogène. Sous ce rapport, il jouit de propriétés analogues à la levûre de bière.

» Il se développe aussi dans les milieux neutres ou légèrement alcalins, et pas du tout dans les liquides notablement acides.

» Il donne également des germes ou spores qui résistent à la température de 100 degrés, mais beaucoup moins longtemps que les spores du *Bacillus subtilis*. Ainsi, placés dans l'eau distillée, les germes de ce nouveau microbe résistent pendant trente minutes à la température de 100 degrés, mais ils sont tués après quarante minutes environ. Ils se comportent sensiblement de même dans les autres liquides neutres.

» Lorsqu'on les sème dans des liquides légèrement acides que l'on fait bouillir ensuite pendant quelques minutes, ces liquides se conservent sans production d'organismes, mais les spores ne sont pas tuées. On le constate de la même façon que pour le *Bacillus subtilis*.

» Enfin, les températures les plus favorables au développement de ce nouveau microbe sont sensiblement les mêmes que celles qui conviennent au *Bacillus subtilis*.

» Ajoutons que les liquides dans lesquels le nouveau *Bacillus* se multiplie deviennent très-sensiblement acides, tandis que la réaction ne change pas par le développement du *Bacillus subtilis;* de plus, les deux organismes, introduits sous la peau d'un cochon d'Inde, ne produisent aucune action.

» Ces résultats conduisent à des conséquences importantes :

» 1° L'ébullition de l'eau dans un appareil pendant quelques minutes et même pendant plus d'une heure peut ne pas être suffisante pour la priver de tous germes vivants, car les germes des organismes dont je viens de parler se trouvent dans l'eau ordinaire, quoique en proportions très-variables.

» 2° Toutes les fois que l'on voudra recueillir des liquides organiques neutres ou légèrement alcalins pour constater leur conservation, ou en général toutes les fois que l'on voudra manipuler des liquides neutres stériles, il faudra se servir d'appareils *flambés*.

» C'est sans doute parce que l'on se servait d'appareils que l'on croyait privés de germes par l'ébullition de l'eau, que l'on n'était pas encore parvenu à conserver du lait naturel sortant du pis de la vache. Mais, en me servant d'appareils flambés, j'ai constaté, il y a déjà deux ans, que le lait naturel pouvait se conserver indéfiniment, sans production d'organismes, au contact de l'air pur.

» Plusieurs expériences invoquées autrefois en faveur de la génération spontanée, entre autres celle de MM. Pouchet, Joly et Musset, et plus récemment celle de M. le Dr Bastian, reçoivent une explication très-simple et très-rationnelle par les résultats de ce travail.

» En terminant, je voudrais appeler l'attention sur ce fait que les deux organismes connus jusqu'ici, dont les germes résistent à la température de 100 degrés, se développent aussi à des températures très-élevées. Tous les autres organismes que j'ai eu l'occasion de rencontrer dans le laboratoire de M. Pasteur, et dont les germes sont tués à la température de 100 degrés, ne se développent jamais dans une étuve à 50 degrés. N'y aurait-il pas une relation entre la température de développement et la température où les germes sont tués? C'est là une question que je me propose d'examiner ultérieurement. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la présence dans le sang et les tissus, sous forme sphéroïdale, de certains liquides non miscibles à l'eau et ayant pénétré par la voie pulmonaire.* Note de M. **Poincaré**. (Extrait.)

« Dans mes recherches sur les effets de l'empoisonnement par le sulfure de carbone, j'avais rencontré fréquemment, dans les vaisseaux, des gouttes qui m'avaient paru être formées par cette substance, condensée de nouveau après son absorption. Toutefois, comme la grande volatilité du sulfure de carbone rendait le fait peu probable *a priori*, et comme je n'étais pas arrivé à déceler chimiquement la nature de ces gouttes, je n'avais émis cette interprétation qu'avec réserve.

» Depuis, j'ai pu obtenir les mêmes résultats avec d'autres substances non miscibles au sang, notamment avec l'essence de térébenthine et la nitrobenzine. Ces deux liquides, tout en se vaporisant dans l'atmosphère assez pour pénétrer largement par la voie pulmonaire, sont cependant beaucoup moins volatils que le sulfure de carbone, de sorte que leurs gouttes sont plus stables et que le phénomène reste plus apparent. Il est vrai que la démonstration chimique est aussi difficile à obtenir sur place qu'avec le sulfure de carbone. Exceptionnellement, on arrive bien à produire une légère teinte jaune orangé d'un morceau de chlorure d'antimoine mis en rapport avec le foie ou les poumons d'un animal soumis aux inhalations d'essence de térébenthine; mais, comme pour la réaction de l'eau iodo-iodurée avec le sulfure de carbone, on n'est pas en droit d'en

conclure que la coloration est produite par les gouttes qu'on aperçoit au microscope.

» Toutefois, en présence de ce fait, que c'est seulement chez les animaux qui ont respiré les vapeurs de liquides non miscibles au sang qu'on trouve dans le torrent circulatoire des gouttes libres qui, par leur aspect physique, paraissent identiques aux substances qui ont fourni ces vapeurs, j'ai cru devoir attirer l'attention des observateurs sur cette question.

» Il est évident que les ouvriers qui respirent des vapeurs de ce genre sont exposés à une action toxique variable, avec leur composition chimique, et en même temps à des troubles mécaniques de la circulation et de la nutrition, analogues à ceux que produisent les embolies et l'introduction de l'air dans les veines. Ainsi s'expliqueraient ces morts précipitées qu'on observe parfois en expérimentant avec ces substances et qui sont précédées de symptômes presque toujours semblables, quelle que soit leur nature. Certaines catastrophes produites par la chloroformisation sont peut-être le résultat du même mécanisme.

» La substance qui, dans l'expérimentation, donne les résultats les plus apparents est la nitrobenzine. Les gouttes, qui se montrent à peu près dans tous les organes, sont surtout très-abondantes dans le foie, les reins et les poumons. Elles existent non-seulement dans les vaisseaux, mais encore dans le tissu conjonctif et quelques cellules. Toutefois, il y a intérêt à procéder à l'examen peu de temps après la mort de l'animal [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude anatomique et physiologique des nectaires.* Note de M. G. **Bonnier**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les principales conclusions auxquelles j'arrive à la suite de recherches longtemps poursuivies sur ce sujet sont les suivantes :

» 1. *Partie critique.* — MM. Ch. Darwin, H. Müller, Lubbock, Delpino, etc., ont supposé que les tissus nectarifères accumulent les sucres dans le but d'attirer vers les fleurs les insectes, qui sont ainsi forcés d'opérer la fécondation croisée. Ils ont, en outre, décrit toutes les dispositions florales comme étant combinées pour amener ce résultat d'une manière déterminée. Je crois pouvoir conclure, au contraire, de mes nombreuses

---

[1] Les meilleures conditions optiques sont l'emploi de l'objectif 3 et de l'oculaire 2 de Nachet

observations et expériences [1] que les dimensions de la corolle, le développement des pigments colorés dans les organes floraux, des parfums dans la fleur, des taches et des stries sur la corolle, ne sont pas corrélatifs de la formation du nectar, et qu'ils sont indépendants de la visite fréquente des insectes.

» Chez les plantes dioïques nectarifères, les insectes ne vont pas d'abord sur les fleurs mâles et ensuite sur les fleurs femelles; la plus grande visibilité des premières est indifférente.

» Une même fleur peut être visitée de plusieurs façons par un même insecte; on peut altérer la forme de la fleur sans modifier sensiblement la visite des insectes. Les insectes peuvent très-souvent récolter le nectar des fleurs sans en opérer la fécondation; les insectes visiteurs d'une même fleur diffèrent suivant le volume de nectar qu'elle produit, et, comme ce volume varie beaucoup avec l'altitude et la latitude, les insectes visiteurs d'une même espèce sont souvent très-différents dans les diverses contrées.

» On ne peut pas conclure des faits observés que la couleur des fleurs, leur parfum, les formes diverses des corolles, soient disposés pour exclure les insectes non adaptés à la fécondation croisée, etc.

» En somme, il n'y a pas lieu d'admettre une adaptation réciproque déterminée entre les insectes et les fleurs.

» En outre, il existe fréquemment des nectaires *sans nectar externe*. Entre eux et les autres, il y a tous les intermédiaires. On trouve aussi de nombreux tissus nectarifères *en dehors de la fleur*, sur les divers organes de la plante. Le rôle de ces nectaires sans exsudation et de ces nectaires extra-floraux demeure inexpliqué.

» Ce qui précède montre que la théorie moderne sur le rôle des nectaires est insuffisante.

» 2. *Partie anatomique*. — J'ai été conduit à entendre par *tissu nectarifère* tout tissu en contact avec l'extérieur, dans lequel s'accumulent en proportion notable les sucres des genres *glucose* et *saccharose*.

» J'ai recherché les tissus saccharifères à l'aide du tartrate cupropotassique, au moyen de l'analyse par la lumière polarisée et par la fermentation; j'ai pu traiter souvent directement la préparation par la liqueur de Fehling ou par l'alcool absolu; l'étude microscopique des cristaux de sucre formés m'a aussi donné parfois d'utiles indications.

---

[1] Les observations ont été recueillies depuis 1871 dans les Alpes françaises, suisses, tyroliennes, les Pyrénées-Orientales, l'Auvergne, aux environs de Paris, en Normandie, en Suède et en Norvége. Les expériences ont été surtout faites près d'un rucher, à Louye (Eure).

» L'examen chimique et anatomique des tissus nectarifères chez plus de trois cents genres, dans les cotylédons, les feuilles, les stipules, les bractées, les sépales, les pétales, les étamines, les carpelles, entre ces divers organes appendiculaires ou à la base de tous les organes floraux, m'amène aux conclusions suivantes :

» Il y a toujours accumulation de substances sucrées et en particulier de saccharose au voisinage de l'ovaire; souvent aussi il y a localisation des substances sucrées dans certaines parties des organes appendiculaires quelconques.

» La structure des nectaires est très-variable; il est impossible d'assigner aux tissus nectarifères des caractères morphologiques ou même des caractères anatomiques communs.

» 3. *Partie physiologique.* — J'ai montré par l'expérience que, lorsque l'épiderme du tissu nectarifère est muni de stomates (cas le plus fréquent), c'est surtout par ces ouvertures que se produit l'émission du liquide; dans les autres cas, elle peut s'effectuer à travers les membranes non cuticularisées ou par soulèvement de la cuticule.

» J'ai étudié d'abord les variations du nectar suivant les conditions physiques du milieu. On peut conclure des observations et des expériences que : 1° toutes conditions égales d'ailleurs, la quantité de liquide émise par les tissus nectarifères augmente avec la quantité d'eau absorbée par les racines; 2° toutes conditions égales d'ailleurs, elle augmente avec l'état hygrométrique de l'air. En combinant ces deux influences, j'ai pu rendre des plantes artificiellement nectarifères (*Hyacinthus, Ruta, Galium, Tulipa,* etc.). D'autres expériences m'ont fait voir que la poussée osmotique des racines et la force capillaire des vaisseaux ne sont pas nécessaires pour la sortie du liquide sucré, mais qu'elles l'accélèrent.

» Par une journée de beau temps fixe, le volume de nectar émis est minimum dans l'après-midi; il en est de même de la proportion d'eau qu'il renferme.

» En somme, la production du nectar est en rapport direct avec la transpiration de la plante, comme la formation de gouttes liquides sur les feuilles; seulement le liquide sucré reste plus facilement condensé, parce qu'il s'évapore de plus en plus difficilement à mesure qu'il se concentre; en outre, l'eau est plus facilement renouvelée, à cause du pouvoir osmotique des substances sucrées.

» Les nectaires floraux, examinés à différents âges, montrent le maximum de la production du nectar à l'époque où l'ovaire a achevé son dévelop-

pement et où le fruit n'a pas encore commencé le sien; la proportion de saccharose que renferme le tissu varie de la même manière, qu'il y ait ou non émission de liquide. Il existe, au voisinage des tissus à sucre, un ferment inversif qui peut transformer le saccharose en glucose et qui abonde surtout au moment où le fruit commence à se développer. Enfin, la totalité ou la majeure partie des sucres accumulés retournent à la plante : pour les nectaires floraux, ils vont contribuer à la nourriture du jeune fruit et des ovules fécondés; pour les nectaires extra-floraux, à celle de l'organe voisin en voie de développement; en même temps, la proportion de saccharose devient relativement moindre. Ce sont là les traits essentiels qui caractérisent la formation et la destruction des *réserves spéciales* de sucre. On comprend que celles placées près de l'ovaire soient plus nettement formées que les autres. Là, en effet, il y a *arrêt* de développement, et la nécessité d'une réserve pour la nutrition indirecte s'impose davantage.

» En résumé, *les tissus nectarifères, qu'ils soient floraux ou extra-floraux, qu'ils émettent ou non un liquide au dehors, constituent des réserves nutritives spéciales, en relation directe avec la vie de la plante.*

» Le rôle physiologique est ainsi le même pour tous les nectaires. Il y a dans les plantes, en certaines régions localisées, des réserves de saccharose comme il y a des réserves d'amidon et d'inuline : elles se forment et se détruisent d'une manière analogue. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur les conditions de développement des poils radicaux.* Note de M. E. **Mer**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les poils radicaux subissent de profondes modifications suivant les milieux. Dans la série d'expériences que je vais résumer, j'ai recherché quelle pouvait être la cause de leur formation.

» 1° Si l'on dépose sur du terreau humide, tassé au fond d'une assiette et recouvert d'une cloche, des Lentilles entrant en germination, les radicules, qui touchent le sol par leur extrémité seulement, n'y puisent qu'une trop faible quantité d'eau pour avoir la force d'y pénétrer ou même de ramper à sa surface. Aussi se soulèvent-elles, tout en s'allongeant lentement; elles se contournent, s'épaississent et se couvrent en même temps de poils longs et abondants. Les premières radicelles qui apparaissent bientôt, ont aussi une croissance très-lente au début et se garnissent de poils comme la

radicule; mais, dès que, dans leur marche descendante, elles arrivent au contact de la terre, elles absorbent plus d'eau, grandissent davantage, se mettent à ramper et finissent par s'enfoncer dans le sol. La végétation de la plante devenant ainsi plus vigoureuse, les nouvelles radicelles s'allongent plus rapidement que les premières ; leur forme est plus grêle, leur direction plus rectiligne; en même temps, leurs poils sont plus courts et plus rares. Souvent même elles présentent des espaces entièrement glabres. Mais, dès qu'elles touchent le sol, leur allongement se ralentit par suite de ce contact, et de nombreux poils apparaissent un peu au-dessus de la pointe.

» 2° Lorsqu'on transporte dans l'eau des racines de Lentilles développées à l'air, leur accroissement subit un brusque ralentissement par suite du changement de milieu, et leur extrémité se recourbe. Ce ralentissement se fait sentir pendant plusieurs jours ; la radicule se contourne, s'épaissit, se couvre de poils et de radicelles. Sa croissance s'accélérant ensuite, elle devient plus mince, plus droite ; les poils disparaissent peu à peu. Les radicelles présentent un aspect analogue. Puis, quand par l'épuisement des cotylédons la croissance se ralentit de nouveau, la pointe de la radicule et des radicelles s'épaissit et se couvre souvent de poils.

» 3° Ayant fait germer une Lentille maintenue à l'aide d'un grillage dans le goulot d'un flacon à moitié rempli d'eau, je vis la radicule, après avoir traversé la terre et la couche d'air humide interposée entre elle et le liquide, se recourber au contact de ce dernier. Par suite du ralentissement dans la croissance, il se produisit un renflement à ce niveau et les poils y acquirent leur plus grande longueur. De nombreuses radicelles apparurent aussi dans cette région. La radicule, s'allongeant davantage, reprit ensuite une direction verticale; les poils devinrent moins longs, puis cessèrent de se montrer. Aucune radicelle n'apparut dans cette dernière partie.

» 4° Les racines de Maïs développées dans l'eau sont ordinairement glabres. Cependant, ayant immergé des radicules qui avaient poussé dans l'air humide et dont l'accroissement se trouvait ainsi ralenti, je les vis se courber et se couvrir de poils. Lorsque, au bout de quelques jours, elles s'allongèrent davantage, les poils devinrent plus rares, puis firent complétement défaut. Quant à ceux qui s'étaient développés à l'air et n'avaient pas atteint leur taille au moment de l'immersion, ils ne purent s'accroître dans leur nouveau milieu.

» 5° En général, les racines des plantes bulbeuses ne se couvrent pas de poils dans l'eau. Cela tient à ce que leur croissance est très-active, car il

s'en montre parfois sur des racines de bulbes épuisés, à végétation lente, fait que j'ai vu se produire sur des Narcisses. Les racines vigoureuses de gros *Allium cepa,* placées dans l'air humide, ne se couvrent de poils qu'au bout d'un certain temps, quand, par un séjour prolongé hors de l'eau, leur allongement se ralentit. Dans une de ces expériences, je plaçai au-dessus d'un flacon dont les parois avaient été humectées un bulbe d'*Allium cepa,* de dimensions ordinaires, qui avait commencé à développer des racines dans l'eau. Pendant les deux premiers jours, l'accroissement de ces racines diminua, tout en restant assez grand pour qu'aucun poil ne prît naissance. Le troisième jour, l'allongement continuant à se ralentir, des renflements couverts de poils apparurent un peu au-dessus de la pointe. Le quatrième jour, la croissance devenant encore plus faible, les poils cessèrent de se montrer. Les racines, ayant alors été immergées par l'extrémité, reprirent quelque vigueur; il se produisit des courbures au-dessus desquelles apparurent de nouveaux poils.

» 6° On observe assez souvent des renflements sur les racines qui croissent dans la terre et même dans l'eau. Ces renflements, qu'occasionnent des arrêts de développement dus à des causes diverses, sont généralement couverts de poils plus longs et plus nombreux. De plus, lorsqu'ils sont le siége de courbures, on remarque que les poils sont plus abondants du côté convexe que du côté concave. Cette observation vient à l'appui de celle que M. Chatin a faite, il y a longtemps déjà, sur les racines aériennes des Orchidées. Il avait constaté que des poils prennent naissance aux points où ces racines rencontrent quelque obstacle ou lorsqu'elles viennent à toucher le sol (¹).

» D'après ce qui précède, on voit que l'apparition des poils est, dans une certaine mesure, liée au ralentissement dans l'allongement des racines. Il en est de même de l'accroissement en diamètre de ces derniers organes et de l'apparition des radicelles. Lorsque les substances plastiques ne sont pas entièrement utilisées par l'extrémité végétative, ainsi que cela arrive quand l'accroissement de cette dernière est entravé par une cause quelconque, elles se portent sur les éléments voisins et principalement sur les cellules épidermiques dont les parois libres peuvent se développer plus facilement. De là des renflements, des radicelles et des poils. C'est ce que démontre, du reste, l'observation. En effet, lorsque les radicules de Lentilles croissent rapidement, on ne rencontre d'amidon que dans la coiffe; mais, lorsque

(¹) *Mém. de la Soc. imp. des Sc. nat. de Cherbourg*, 1856.

cet allongement est ralenti, on en observe en outre à quelque distance de la pointe, sur toute la surface des sections, le cylindre central excepté. Un peu plus haut, on n'en trouve plus que dans les couches rhizogène et protectrice, dans l'épiderme et dans les poils naissants. Ces derniers sont d'abord de simples papilles qui se forment toujours au milieu de la paroi externe des cellules épidermiques. Le protoplasma et le noyau de ces cellules s'y engagent et progressent dans le poil à mesure qu'il se développe. Il y a donc de la part des cellules épidermiques un appel spécial de la matière amylacée. Quant aux couches rhizogène et protectrice, il semble qu'elles doivent être regardées comme les voies par lesquelles chemine l'amidon dans les racines, voies que peut seule déceler l'observation de ces organes placés dans des conditions particulières de développement. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie nouvelle qui fait périr les Rubiacées des serres chaudes* (*anguillules*). Note de M. **Max. Cornu**, présentée par M. P. Duchartre.

« Une maladie, inconnue jusqu'à ce jour, s'est déclarée, au mois de février dernier, dans les serres et paraît devoir occasionner de grands dégâts. Cette maladie a pour siége les racines; elle est caractérisée par la formation de renflements sur le chevelu et même sur les grosses racines; la plante perd son chevelu et finit par périr.

» C'est M. Bauer, chef multiplicateur au Fleuriste des serres de la Ville de Paris, qui l'observa lors de l'opération annuelle du renouvellement de la terre des vases à fleurs (rempotage); il remit deux plantes malades à M. Carrière, chef des pépinières au Muséum, qui me les donna.

» Des coupes pratiquées à travers ces renflements et examinées au microscope montrent très-aisément, au milieu de parties diversement altérées et hypertrophiées, la présence de kystes renfermant des œufs d'anguillules en nombre énorme; les nodosités, les œufs et les kystes offrent, mais ici avec une importance bien plus considérable, une grande ressemblance avec les productions analogues que j'ai étudiées sur des végétaux de nos climats et que j'ai décrites et figurées ([1]); cependant les kystes sont bien plus pâles, ils présentent parfois quelques globules d'un pigment bleu foncé.

([1]) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXVI, n° 1, p. 164-175; *Pl. X* et *XVI*. La bibliographie de la question y est donnée et résumée.

» Les plantes attaquées sont des Rubiacées (*Ixora* et *Hamiltonia*); les premières sont désignées dans ces serres sous des noms divers (*I. aurea, crocea, flammea*, etc.), noms sur la valeur spécifique desquels il n'y a pas à se prononcer ici. Ces plantes ont perdu une grande partie de leurs feuilles; celles qui restent sont en partie desséchées; les feuilles les plus jeunes sont pâles, décolorées et parfois toutes blanches.

» Le seul *Hamiltonia* que j'aie pu voir (*H spectabilis*) n'avait plus de feuilles. Les racines de cette espèce sont remarquablement renflées et modifiées; elles portent des nodosités qui ressemblent à des chapelets. Ces éléments, moins denses que chez les *Ixora*, sont plus favorables à l'étude et au développement des kystes. J'y ai trouvé une seule anguillule adulte, mais en partie coupée par le rasoir; elle était fort longue et munie, comme certains Nématoïdes, de stries tranversales.

» Cette maladie, qui attaque ainsi les Rubiacées dont la culture exige une température élevée, a les plus grandes analogies avec l'affection, due également à des anguillules, qui attaque quelques-unes de nos plantes indigènes, mais surtout avec celle que M. le Dr Jobert a décrite ([1]) et qui exerce ses ravages au Brésil sur les plantations du Caféier, espèce appartenant à la même famille ([2]); mon ami M. Jobert m'a dit avoir reconnu sur les figures citées plus haut cette ressemblance avec ce qu'il a observé au Brésil. Pour résoudre ce point précis, j'ai immédiatement institué quelques expériences sur de jeunes plants de Café achetés dans ce but.

» Ce parasite, qui peut dévaster les serres, nous amène forcément à agiter les questions de traitement et de remèdes; l'intérêt est double, car on ne doit pas perdre de vue les Caféiers du Brésil.

» Puisque cette affection existe chez nous, il est possible désormais de l'étudier en France; mais on peut déjà, à ce qu'il semble, indiquer une particularité des mœurs de l'anguillule, particularité qu'on devra chercher à utiliser pour détruire ce Nématoïde.

» Dans le moment présent, les individus adultes sont fort rares; les œufs

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 décembre 1878, p. 941.

([2]) La maladie est-elle uniquement cantonnée sur les Rubiacées? Ceci offre un intérêt pratique de premier ordre pour le Brésil. J'ai vu le début de cette affection sur une espèce non fleurie et étiquetée : *Theophrasta crassipes*, seule parmi d'autres *Theophrasta*. On ne peut admettre sans contrôle les noms admis par les horticulteurs; il y a un grand nombre d'erreurs. On sait que l'une des belles espèces, qui est nommée couramment *Th. imperialis*, n'est pas un *Theophrasta*, ni même une Théophrastée, mais un *Curatella*, dit-on (Dilléniacées).

existent presque seuls : c'est eux qu'il faut chercher à détruire sous cette forme ou après leur éclosion ; les générations ultérieures seront ainsi supprimées.

» Ces œufs sont contenus dans des kystes à parois assez épaisses et tapissant des cavités corticales ; ces kystes s'ouvrent à l'extérieur, comme le dit M. le Dr Jobert, et comme cela a lieu dans nos espèces (*loc. cit.*, *Pl. XVI, fig.* 17). A l'instant de leur éclosion, les jeunes anguillules sortent au dehors pour se porter vers les racines nouvelles ; c'est alors qu'il faut tenter de les atteindre ; plus tard, quand elles sont établies dans l'intérieur des tissus, elles sont désormais protégées.

» Il est à remarquer que l'enkystement, dont la date semble coïncider pour les deux espèces, est, chez nous, hivernal ; au Brésil, il doit correspondre à la saison sèche et être estival, les plantes conservant dans nos serres les saisons de leur pays.

» Il serait important de poursuivre des essais méthodiques, en procédant par voie d'élimination, comme ceux que nous avons effectués à Cognac, soit pendant la période de la vie active, soit pendant la période d'enkystement, pour reconnaître la valeur relative des produits toxiques vis-à-vis de cette espèce.

» On pourrait commencer par étudier la question sur les anguillules de nos climats, qui vivent sur le Sainfoin, la Clématite et les Cissus ; on pourrait même débuter par des expériences sur des Nématoïdes fort différents pour circonscrire les recherches : l'*Anguillula tritici* du Blé niellé et des céréales atteintes de boullure (ou gros pied), ou bien sur les anguillules de la colle de pâte, etc.

» Cette maladie des racines paraît avoir, au Brésil, une importance assez grande, et l'on pourrait ainsi, en France, travailler à la combattre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur des halos et parhélies vus au parc de Saint-Maur.* Note de M. E. Renou.

« Depuis longtemps, les phénomènes d'optique atmosphérique sont devenus assez rares ; plusieurs jours de ce mois en ont offert d'assez remarquables. Voici le résumé succinct de ce que j'ai observé.

» 17 mars ; $7^h 30^m$ du matin. Cirro-stratus de l'ouest-nord-ouest ; halo ordinaire de 22 degrés, plus brillant en haut ; parhélie de droite.

» 18 ; 10 heures du matin. Cirro-stratus de la direction ouest 35° sud ; halo avec les deux parhélies.

» 19; $3^h 15^m$. Cirro-stratus du sud-sud-ouest; halo ordinaire; parhélie de droite; portion d'arc horizontal à 45 degrés au-dessus du Soleil : c'est l'arc circumzénithal de Bravais.

» 21. Halo ordinaire et parhélies toute la journée. A 10 heures du matin, cirro-stratus de l'est; température, $15^o,7$; baromètre, $750^{mm},91$ (altitude, $46^m,38$), en baisse. Halo ordinaire; les deux parhélies à 4 degrés environ du bord du halo; cercle parhélique complet; halo circonscrit; de plus, le haut du grand halo de 45 degrés un peu aplati en haut.

» Le cercle parhélique, c'est-à-dire un cercle blanc horizontal passant par le Soleil, est rare. Le halo circonscrit de Bravais l'est moins, mais on n'en voit généralement que le haut; c'est lui qui donne au halo ordinaire, qu'il touche et qu'il semble échancrer à sa partie supérieure, cet aspect de cornes de bœuf. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie* (1).
Note de M. **V.-H. Hermite.**

« L'étude des mouvements du sol demande à être complétée par celle des oscillations du niveau des mers, afin d'éviter de fausses apparences et d'expliquer la succession alternative des bassins d'eaux marines et douces qui caractérisent certains terrains. Dans ce qui suit, nous prendrons le centre de la Terre pour la comparaison des différents niveaux.

» La surface des mers nous semble assujettie à trois sortes d'oscillations, correspondant à des causes bien distinctes.

» Il y a d'abord des oscillations d'*ordre astronomique*, qui résultent de la seconde cause qui a déterminé la figure de la Terre; elles se produisent toutes les fois qu'une oscillation terrestre modifie l'orographie des continents, car ces changements sont accompagnés d'une production de chaleur qui doit apporter une différence dans la température relative des mers (2); elles exhaussent le niveau des mers équatoriales et dépriment celui des mers polaires, ou réciproquement.

» Ce balancement séculaire des océans fait naître la question de savoir si la forme caractéristique de nos continents reparaîtrait après une oscilla-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 459 et 510; t. LXXXVI, p. 391, 1207 et 1281; t. LXXXVIII, p. 436.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 436.

tion qui aurait submergé les terres équatoriales en découvrant les terres polaires, c'est-à-dire si cette forme en *côtes de melon* est inhérente aux conditions générales de notre planète.

» On peut admettre que l'action détritique, en agissant sur les terres polaires découvertes, les nivellera pour les ramener à l'état actuel, et que des courants permanents océaniques s'établiront suivant une direction générale nord-sud ; les uns, superficiels et chauds, déposeront sur leur trajet les débris de l'organisme qui y pullule, et, lorsque les dépôts seront assez pesants pour vaincre la cohésion, il se produira des bombements à l'emplacement des courants sous-marins qui auront créé, par leur érosion, des zones de moindre résistance. On pourrait penser que les continents ainsi formés devraient avoir une direction générale oblique par rapport au méridien, parce que les courants sous-marins doivent être déviés comme le sont nos rivières par le mouvement diurne. Mais il faut remarquer que les courants sous-marins, en raison de leur densité, rongent seulement la base des anciens continents submergés, contre lesquels ils s'appuient, et qu'ils se déploient largement du côté opposé, parce que leur vitesse est assez faible. Ce développement à droite quand le courant se dirige à gauche, ou réciproquement, doit tendre à rectifier les zones de moindre résistance, dans le sens des méridiens. Il y a encore cette différence essentielle, que l'érosion produite par les rivières persiste et ne peut que s'accroître, tandis que celle des courants sous-marins est remplacée par des bombements.

» Les grandes oscillations géogéniques qui exhaussent les continents engendrent nécessairement une oscillation de haut en bas dans le niveau des mers, pour qu'il y ait compensation avec la surélévation des continents, le volume total de la terre devant rester le même. Cette oscillation, qui affecte uniformément la surface des mers, est d'*ordre géométrique*.

» Considérons maintenant les oscillations que nous nommerons d'*ordre détritique,* parce qu'elles proviennent du remplissage des bassins. Il est bien évident, *a priori*, que des dépôts ne peuvent s'accumuler dans les mers sans en exhausser le niveau, et que les variations de ce niveau correspondent aux variations de l'activité détritique de la mer et de l'atmosphère sur les continents.

» Le mode d'action de ces deux agents présente des différences qu'il importe d'analyser. La mer n'agit que sur la ligne des rivages et sur la zone étroite de l'agitation des flots, tandis que l'atmosphère, attaquant à la fois tous les points de la surface des continents, doit fournir la grande masse des dépôts. L'action détritique de la mer est uniforme à toutes les phases

d'une oscillation terrestre; celle de l'atmosphère est caractérisée par de grandes variations, qui atteignent leur maximum pendant les périodes de destruction qui donne aux flancs des bombements la forme parabolique concave vers le ciel, de plus grande résistance à l'érosion. Toutes les fois que des mouvements secondaires se produisent, donnant aux montagnes leur architecture, les nouvelles surfaces sont ramenées par l'érosion à la forme la plus stable, et fournissent ainsi une série intermittente de dépôts qui se traduit par une série d'exhaussements du niveau des mers.

» Maintenant, si l'on considère que ces exhaussements accompagnent l'oscillation générale en sens contraire *d'ordre géométrique,* on peut se rendre compte de la possibilité d'une succession alternative de bassins d'eaux marines et douces. Les bassins marins correspondraient aux périodes de grande activité détritique, ce qui établirait une relation entre l'époque de ces bassins et celle des mouvements secondaires.

» A l'appui des considérations précédentes, nous signalerons les terrasses sous-marines qui entourent les continents et les îles, et qui apparaissent comme le prolongement des continents voisins, dont les pentes seraient adoucies et réglées par l'action des flots. On ne peut admettre que ces terrasses, qui s'étendent au large jusqu'à une profondeur de plusieurs centaines de mètres, soient dues à un abaissement progressif et simultané de toutes les terres émergées; on ne peut non plus les attribuer à l'action des flots, car on sait que cette action s'atténue rapidement avec la profondeur; il faut donc admettre qu'elles résultent de l'exhaussement du niveau des mers, par suite de l'accumulation des dépôts.

» On comprend, dès lors, l'intérêt qu'il y aurait à relever avec soin tous les accidents généraux de ces terrasses, car ils correspondent aux variations de la vitesse et de la grandeur des dépôts. En calculant le volume des eaux comprises entre les niveaux de deux accidents consécutifs, on aurait celui de l'ablation correspondante, ce qui permettrait de rétablir approximativement la hauteur des continents entre ces deux époques.

» Parmi ces changements de pente, il en est un très-remarquable, et sur lequel nous avons déjà appelé l'attention des géologues : c'est celui qui termine au large les terrasses par une pente rapide. Il nous semble que cette pente doit correspondre à une ablation générale des flancs d'une oscillation géométrique, tandis que les variations de la pente douce des terrasses correspondraient aux ablations des nouvelles surfaces créées par les mouvements secondaires.

» Remarquons que la ligne de crête de la pente rapide devrait être hori-

zontale si le sol n'avait pas subi de mouvement. On conçoit donc qu'on peut regarder cette crête comme étant un véritable *horizon* géologique pour apprécier les récents mouvements du sol.

» Les trois ordres d'oscillations de la surface des mers que nous venons d'indiquer sommairement font varier également la limite des neiges persistantes au-dessus du niveau de la mer. C'est une nouvelle et importante donnée à ajouter à celles que nous avons déjà produites, pour aider à l'explication des périodes glaciaires et interglaciaires. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MARS 1879.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par M. G. QUESNEVILLE. Ire Thèse : *De l'influence du mouvement sur la hauteur du son.* IIe Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, typ. Renou, Maulde et Cock, 1879; in-4°.

Calendrier perpétuel. Art de vérifier les dates historiques ; par M. F. GUY. Châlons-sur-Marne, impr. Martin, 1878; in-18.

Sur le mouvement des projectiles oblongs dans l'air; par M. E. MUZEAU. Paris, Berger-Levrault, 1878 ; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

La pâte d'Alfa. Sa fabrication, son avenir; par M. E. BUCHWALDER. Paris, Challamel, 1879; br. in-8°.

Prise et débâcle des lacs en Suède, automne 1871, *printemps* 1877; *par* MM. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON et C.-A. RUNDLUND. Upsal, E. Berling, 1879; in-4°.

Proceedings of the american philosophical Society held at Philadelphia, for fromoting useful knowledge; vol. XVII, n° 101. Philadelphia, 1878; in-8°.

Catalogue of the american philosophical Society Library; Part III, class VI. Philadelphia, 1878; in-8°.

Philosophical transactions of the royal Society of London; vol. CLXVII, Part II; vol. CLXIX, Part I. London, 1878; 2 vol. in-4°.

Proceedings of the royal Society; vol. XXVI, n° 184; vol. XXVII, n° 185 à 189, vol. XXVIII, n° 190. London, 1877-1878; 7 livr. in-8°.

The Athenæum; Part DCXII, for the month of december 1878. London, 1878; in-4°.

Report of the observations of the total Solar eclipse july 29, 1878, *made at fort Worth* (*Texas*); edited by L. Waldo. Cambridge, John Wilson and Son, 1879; in-4°

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; pubblicato da B. Boncompagni. T. XI, novembre-dicembre 1878. Roma, 1878; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mars 1879.

Santorin et ses éruptions; par M. F. Fouqué. Paris, G. Masson, 1879; in-4° avec planches.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. III, 1er cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1878; in-8°.

Sur l'appauvrissement du sol par le sulfocarbonate de potassium; par M. A. Rommier. Paris, impr. Donnaud, 1879; br. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1877-1878. Rouen, impr. H. Boissel; Paris, A. Picard, 1878; in-8°.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1879. Paris, Berger-Levrault, 1879; in-8°.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires; 3e série, t. XXXIV. Paris, V. Rozier; 1878; in-8°

A Catalogue of the library of the Museum of practical Geology and geological survey, compiled by Henry White and Thomas W. Newton. London, by G. Eyre and W. Spottiswoode, 1878; in-8° relié.

Journal and Proceedings of the royal Society of New South Wales, 1877; vol. XI. Sydney, T. Richards, 1878 ; in-8°.

Remarks on the sedimentary formations of New South Wales illustrated by references to other provinces of Australasia; by the Rev. W.-B. CLARKE. Sydney, T. Richards, 1878; in-8°.

1876-77. *New South Wales. Railways of New South Wales. Report of their construction and working during* 1876; *by* JOHN RAE. Sydney, Charles Potter, 1877 ; gr. in-8°.

Mines and mineral statistics. Annual report of the department of Mines New South Wales for the year 1877. Sydney, T. Richards, 1878; in-4°.

Report of the forty-seventh meeting of the british Association for the advancement of Sciences held at Plymouth in august 1877. London, John Murray, 1878; in-8° relié.

Thesaurus devonico-carboniferus. The flora and fauna of the devonian and carboniferous periods, etc. ; by JOHN J. BIGSBY. London, John van Voorst, 1878 ; in-4° relié.

Institution of mechanical Engineers. Proceedings ; june 1878. Paris meeting London, 1878 ; in-8°.

Official copy. Quarterly weather Report of the meteorological Office; Part IV, october-december 1875. London, J.-D. Potter, 1879 ; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 mars 1879.)

Page 583, ligne 31, colonne des différences pour 100, *au lieu de* + 0,06, *lisez* — 0,06.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MARS 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Conformité des systèmes de cassures obtenues expérimentalement avec les systèmes de joints qui coupent les falaises de la Normandie.* Note de M. **Daubrée.**

« Au milieu des cassures innombrables qui traversent les falaises de la Normandie, il en est qui se distinguent, même à distance, par leur netteté et leur continuité, et se poursuivent sur toute la hauteur de ces escarpements verticaux, qui atteint 100 mètres. C'est à ces *joints principaux* que se rapportent les observations qui suivent.

» Grâce aux démolitions qui se sont produites le long des plans de fractures, les joints ne sont pas visibles seulement sur la paroi verticale, mais reconnaissables aussi dans leurs directions et dans leurs formes. En relevant avec soin, à la boussole, tous les joints que l'on peut nettement observer, sur une longueur d'environ 14 kilomètres, du bourg d'Ault à Jolibois, près de Mesnil-Val, j'y ai reconnu des directions variées, au milieu desquelles il en est deux qui sont prédominantes. Leurs moyennes sont respectivement N. 50° E. et N. 127° E.

» Quant à leurs inclinaisons, ces cassures sont quelquefois verticales; le plus souvent, leur inclinaison sur l'horizon varie de 60 à 65 degrés. La plupart des joints N.-O. plongent vers le N.-E. Il n'est pas rare que deux joints se croisent, avec des inclinaisons contraires et symétriques.

» Au premier abord, ces cassures se présentent avec les allures que l'on connaît aux failles; cependant on constate, en général, lorsque la stratification est bien reconnaissable, qu'elle n'a pas subi de rejets. Dans cette région, les failles sont relativement rares. Çà et là, on peut observer des stries de frottement horizontales sur les parois des joints, par exemple entre Mers et le bourg d'Ault.

» Ainsi considérés, tant en plan horizontal qu'en coupe verticale, ces joints constituent deux systèmes, dont l'ensemble donne l'idée d'un réseau. Cette disposition n'a aucune ressemblance avec des cassures qu'aurait opérées un simple retrait; au contraire, des liens étroits les rattachent aux failles de la même région.

» D'ailleurs, leur agencement rappelle complétement les cassures que l'on fait naître dans une plaque, en exerçant sur elle une faible torsion. De même que dans les expériences, à côté d'irrégularités considérables dans le détail, il y a une tendance générale à un réseau assez régulier.

» Dans la région qui nous occupe, les couches de craie, quoique en apparence horizontales, présentent deux systèmes de ploiements à grandes courbures, qui ont été signalés par divers observateurs, notamment par M. Hébert. Il paraît dès lors naturel de supposer que ces ploiements ont entraîné les actions mécaniques, torsions ou autres, qui, de même que dans les expériences, ont donné naissance à toutes ces cassures, d'autant plus que leurs directions générales sont parallèles avec les axes de ces ploiements.

» En examinant, dans d'autres contrées, des couches qui, au lieu d'être restées horizontales, ont été fortement redressées, j'ai également observé, pour les joints qui les traversent, des dispositions analogues aux résultats d'expériences. Comme exemples, je citerai la vallée dite du Chaudron, près de Montreux, et la vallée de la Vevèze, aux environs de Vevey : la première échancrée dans du calcaire jurassique, la seconde dans la molasse. En général, les joints forment deux systèmes, dont l'un correspond à la direction, l'autre à la ligne de plus grande pente. Ce dernier caractère suffirait à montrer que la cause des joints se rattache aux efforts mêmes qui ont produit le redressement de la stratification. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Convenance de dénominations spéciales pour divers ordres de cassures de l'écorce terrestre.* Note de M. **Daubrée.**

« Parmi les cassures, de formes et d'origines variées, qui traversent en tous sens l'écorce terrestre, il est certains types qu'il paraît utile de caractériser nettement et de coordonner.

» Il en est qui ont été produites par *retrait* : telles sont celles des prismes bien connus dans les roches volcaniques. D'autres sont des plans de *clivage*, qui se rapportent à la schistosité.

» Mais les plus importantes de ces cassures paraissent dues à un *glissement* moléculaire et se rattachent à des *pressions*, dont la cause première doit être cherchée en dehors de la roche elle-même. Ces dernières cassures sont du genre de celles qui ont laissé leurs énergiques empreintes dans les ploiements de roches stratifiées, et dont les failles sont les représentants les plus connus.

» Ces cassures des roches ont, en général, reçu le nom de *joints*, terme également adopté par les géologues anglais ([1]). Ce nom, emprunté à l'Architecture, où il désigne les plans suivant lesquels on a assemblé les assises d'une construction, paraît inexact, lorsqu'il s'agit, au contraire, de faces de rupture, auxquelles le nom de *disjoints* serait mieux adapté. On peut lui substituer un nom à la fois plus juste, plus compréhensible dans différentes langues et qui, en outre, les distingue des joints dus à un simple retrait : tel est celui de *diaclase* ([2]).

» Les nombreux faits qui unissent par une relation intime et originelle les joints aux failles, et dont la connexion ressort clairement de l'expérience, conduisent à rappeler cette commune origine par une similitude de nom. Celui de *paraclase* ([3]) exprime que la cassure est accompagnée d'un déplacement. Sans prétendre le substituer à celui de *faille*, qui est si répandu ([4]), nous croyons devoir le présenter, pour la double raison

---

([1]) En allemand, *Kluft, Riss, Spalt, Absonderungsfläche.*

([2]) De διά, à travers, qui marque la division, et de κλάω, briser, diviser; fissure par brisement.

([3]) De παρά, préposition qui exprime ordinairemcht obliquité, latéralité, et de κλάω, briser; le mot s'applique bien à une fissure accompagnée de l'abaissement de l'une des parois par rapport à l'autre, comme il arrive dans les failles.

([4]) En anglais, *fault;* en allemand, *Verwerfung, Verwerfungsspalt, Sprung*, etc.

d'une symétrie avec le nom de *diaclase* et, comme le premier, d'une étymologie rationnelle.

» Enfin, les diaclases et les paraclases constituent deux grands groupes dans les cassures qui nous occupent, et auxquelles convient le nom général de *lithoclases*. »

HYDRAULIQUE. — *Nouveau procédé pour le jaugeage des rivières.* Note de M. P. **Boileau**.

« Pour évaluer le volume qui passe dans l'unité de temps par une section transversale d'une rivière, on est obligé d'observer, au moyen d'instruments hydrométriques, les vitesses en un grand nombre de points de cette section, opération longue, dont les difficultés pratiques sont souvent considérables. Ces difficultés et la grande importance des jaugeages ont, depuis longtemps, fait rechercher un procédé plus simple; à l'exemple de Prony, on a proposé, tant en France qu à l'étranger, diverses formules pour le calcul de la vitesse moyenne, mais elles ne représentent que des résultats partiels d'expériences faites dans des conditions qui s'éloignent trop de celles des rivières; en conséquence, il m'a paru utile d'obtenir d'autres bases d'évaluation. Je désignerai par U la vitesse moyenne dans la section considérée, V la vitesse maxima, ou du *filet principal*, W et w la plus grande et la plus petite de celles qui ont lieu à la surface. La distance verticale du filet principal à cette surface étant plus faible que le quart de la profondeur d'eau, la valeur de W est peu inférieure à celle de V; mais il n'en est pas de même pour U, par suite du décroissement des vitesses dans toute l'étendue de la section, à partir du filet principal, de sorte que cette quantité est toujours intermédiaire entre W et w; comme, d'ailleurs, les vitesses des filets liquides décroissent d'une manière continue, nous voyons que, *à la surface des cours d'eau, il existe deux filets dont la vitesse de translation est égale à la vitesse moyenne du courant*. Cette propriété étant générale et sûre, on peut la prendre pour base d'un procédé de jaugeage qui réduirait les opérations hydrométriques à l'emploi d'un flotteur.

» La loi des vitesses superficielles est une conséquence de celle des vitesses intérieures, conséquence modifiée par la résistance de l'air et par la proportion plus grande de ce fluide dans l'eau; aussi, en l'état des connaissances acquises au sujet des rivières, la détermination d'une formule exprimant la position relative des filets précités, que je nommerai *filets jau-*

geurs, ne peut être entièrement théorique; elle exige des résultats d'observation qui comprennent, pour une même section, les vitesses à la surface et des jaugeages faisant connaître la vitesse moyenne; on en rencontre peu qui satisfassent à cette double condition et soient en outre exempts d'anomalies. Cependant, pour les sections ou leurs parties, dans lesquelles la variation proportionnelle de la profondeur n'est pas rapide, je crois pouvoir proposer la formule suivante, dans laquelle Δ et l désignent respectivement les distances horizontales au filet dont la vitesse est W, d'un filet jaugeur et de la rive située du même côté,

$$\frac{\Delta}{l} = C \sqrt[4]{\frac{W + 2w}{7(W - w)}}, \tag{1}$$

C étant un coefficient numérique qui va être déterminé. La Commission instituée en 1850 par ordre du Congrès des États-Unis, pour l'étude du fleuve Mississipi et de ses affluents, a donné, dans le Tableau n° 2 de l'appendice D de son savant Rapport [1], quelques séries de vitesses superficielles, avec des valeurs de la vitesse moyenne; la seconde fournit 17 points [2] d'une courbe qui est régulière sur la moitié de son étendue, ce qui m'a permis d'évaluer approximativement la vitesse w par un prolongement de cette partie, ainsi que d'y mesurer la distance l, et l'abscisse Δ du point où la vitesse était $1^{m},497$, valeur de la vitesse moyenne donnée d'après un jaugeage. Une opération analogue a été faite pour deux autres cas. On trouve, sur la *fig.* 7 de la *Pl. V* de l'ouvrage publié en 1865 par M. Bazin [3], des vitesses observées par l'ingénieur Baumgarten en différents points d'une section du canal de Marseille près de Realtore, observations dont cet ingénieur a déduit la valeur $0^{m},773$ de la vitesse moyenne; or,

---

(1) *Report upon the physics and hydraulics of the Mississippi river*, etc., *prepared by captain Humphreys and lieutenant Abbot*. Philadelphie, 1861.

(2) Voici les vitesses données en pieds de $0^{m},305$; elles ont été observées à des intervalles de 200 pieds, jusqu'aux deux extrêmes, qui ont été prises à 100 pieds des rives :

1,87, 3,39, 4,65, 5,26, 5,71, 5,88, 6,06, 5,88, 5,71, 5,88, 5,56, 5,56, 5,56, 4,88, 4,08, 3,08, 2,50.

Le tracé de la courbe donne $W = 6,10$, et fait ressortir des anomalies dans la dernière partie. Une autre série fournit également 17 points, mais je n'ai pu m'en servir, parce que la valeur inscrite pour la vitesse moyenne est certainement trop grande; en effet, cette valeur donne $\frac{U}{W} = 0,91$, ce qui est en contradiction avec tous les résultats connus concernant les rivières, et particulièrement avec ceux des autres séries du même Tableau.

(3) *Recherches hydrauliques entreprises par M. Darcy et continuées par M. H. Bazin.*

parmi les vitesses à la surface, celles qui sont données pour la moitié de droite de la largeur (¹) fournissent un tracé très-régulier de la courbe qui en représente la loi, et, en outre, elles comprennent la vitesse w. 2° M. Baumgarten a fait, dans une section du canal du Rhône au Rhin, de nombreuses observations qu'il m'a communiquées en 1851, observations qui comprenaient les vitesses superficielles (²) et dont résulte la valeur $0^m,35$ de la vitesse moyenne. Le Tableau suivant présente les conséquences des opérations de tracé et de calcul que j'ai effectuées pour les trois cas; dans les deux canaux de navigation, la plus grande vitesse superficielle W, ou le thalweg, était au milieu de la largeur, mais, dans la section du fleuve, je l'ai trouvé à $30^m,50$ à gauche du milieu.

	Largeur totale.	Profondeur maxima.	W.	w.	l.	Δ.	$\frac{\Delta}{l}$ expérimental.	$\sqrt[4]{\frac{W+2w}{7(W-w)}}$	Coefficient. C.
Canal de Marseille..	$6^m,0$	$1^m,37$	$1^m,080$	$0^m,534$	3^m	$2^m,41$	0,803	0,874	0,919
Fleuve Mississipi...	1037,0	de 25 à 30	1,860	0,280	488	308,0	0,631	0,684	0,922
Canal du Rhône au Rhin...........	14,5	2	0,488	0,150	7,25	5,10	0,703	0,760	0,925

» Les vitesses W, les largeurs et les profondeurs présentent, dans l'ensemble de ces trois cas, les différences les plus considérables que l'on puisse rencontrer, surtout dans nos cours d'eau; en conséquence, j'ai adopté la moyenne 0,922 des trois valeurs, très-peu différentes entre elles, du coefficient C. Ce facteur numérique étant déterminé, j'ai fait l'application suivante de la formule (1).

» On trouve, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, novembre et décembre 1847, des observations de vitesse et des jaugeages faits dans plusieurs sections de la Garonne, près de Marmande, par M. Baumgarten, en employant à l'intérieur un bon moulinet hydrométrique, et, à la surface, des flotteurs; les vitesses sont inscrites sur les figures de la *Pl. CXXVIII*, pour les sections nos 3, 8, 10, 16 et 24. Or la dernière était sous un pont, les deux précédentes avaient une partie triangulaire, et, sur l'autre partie,

---

(¹) Distances au thalweg.. $0^m,00$, $0^m,50$, $1^m,00$, $1^m,50$, $2^m,25$, $3^m,00$.
Vitesses............ 1,080, 1,069, 1,021, 0,967, 0,829, 0,534.

(²) Dist. au thalweg. $0^m,00$ $0^m,50$ $1^m,35$ $2^m,40$ $4^m,20$ $5^m,10$ $5^m,75$ $6^m,35$ $6^m,85$
Vitesse....... 0,488 0,487 0,480 0,465 0,400 0,350 0,300 0,250 0,200

Ces données ont été prises sur des tracés de courbes d'égale vitesse faits à l'époque où M. Baumgarten m'a communiqué ses observations hydrométriques.

elles présentaient l'aspect irrégulier d'un fond exhaussé par des dépôts; en outre, pour l'une d'elles, le niveau de l'eau avait notablement varié pendant les observations; quant à la section 8, elle était divisée en deux parties très-inégales par un îlot. Il restait la section 3 que j'ai employée et où l'œuvre des dépôts était terminée; cette section était entièrement triangulaire et moins large que les autres de 90 à 120 mètres; la plus grande profondeur était de $4^m,20$; elle avait lieu à 14 mètres seulement de la rive gauche, et la plus grande vitesse W à 11 mètres plus loin; sur les $\frac{4}{5}$ de la largeur, qui était de 76 mètres, la hauteur d'eau ne variait que de $0^m,068$ par mètre. Pour cette partie, jusqu'à la rive droite, les vitesses superficielles données fournissent sans incertitude une courbe régulière, et celle w, qui avait lieu le long du bord, s'y trouve comprise; elle est de $0^m,060$; le Tableau de la page 360 du Recueil précité donne $W = 1^m,179$ et, pour la vitesse moyenne, $0^m,803$; sur la courbe expérimentale, j'ai mesuré $l = 51^m$ et $\Delta = 30^m$, d'où $\frac{\Delta}{l} = 0,588$. La valeur calculée au moyen de la formule (1) et du coefficient 0,922 est égale à celle-ci. »

HYDROLOGIE. — *Sur les dernières crues de la Seine.* Note de MM. **L. Lalanne** et **G. Lemoine.**

« *Caractères distinctifs des deux grandes crues de l'hiver de* 1879. — Il arrive très-souvent que, dans la saison froide (du 1er novembre au 30 avril), il y ait dans la Seine, à Paris, plusieurs crues se succédant à des intervalles assez rapprochés; c'est la conséquence d'une humidité générale et prolongée.

» Mais il est beaucoup plus rare que l'on ait à signaler deux crues successives d'une élévation aussi grande que celles qui viennent de se produire cet hiver. Ainsi la hauteur maximum, qui, à l'échelle du pont Royal, était de $6^m,21$ du 8 au 9 janvier 1879, après une décroissance prononcée pendant plusieurs semaines, s'élevait de nouveau à $6^m,05$ le 24 février, inférieure de $0^m,16$ seulement à la première. C'est ce court intervalle de temps entre les deux crues et l'égalité presque complète dans l'élévation du niveau qu'elles ont atteint qui est le caractère distinctif du régime de la Seine pendant le courant de l'hiver qui vient de finir.

» Les crues successives qui, dans les années précédentes, depuis 1854, ont présenté quelque chose d'analogue, quant au peu de différence entre les niveaux atteints, sont celles du commencement des années 1867, 1873

et 1877; mais elles ont été très-inférieures en hauteur absolue. On en jugera par le tableau suivant :

	Cotes aux ponts	
	d'Austerlitz.	Royal.
	m	m
24 février 1879	5,50	6,05
8 et 9 janvier 1879	5,64	6,21
23 janvier 1873	3,80	4,75
7 et 15 mars 1873	3,70	4,60
15 janvier 1867	»	5,60
4 et 8 février 1867	»	5,70
31 mars 1867	»	4,93

» Quant à la grandeur absolue, les crues de 1879 ont été dépassées par beaucoup d'autres, notamment par celle de 1876, qui occupe le troisième rang depuis le commencement du siècle, n'ayant au-dessus d'elle que les crues de 1807 et de 1802. Nous rappelons ici les chiffres relatifs aux différentes crues constatées depuis l'origine du Service hydrométrique (1854).

Crues supérieures à celles de janvier 1879 depuis 1854 (origine du Service hydrométrique).

	Cotes aux ponts		
	de la Tournelle.	d'Austerlitz.	Royal.
	m	m	m
24 février 1879	5,05	5,50	6,05
8 et 9 janvier 1879	5,20	5,64	6,21
17 mars 1876	6,50	6,68	7,30
17 décembre 1872	»	6,10	6,85
29 septembre 1866	5,21	»	6,20
5 janvier 1861	5,60	»	6,42
3 mars 1807	6,70	»	»
3 janvier 1802	7,45	»	»

» En 1879, les cotes du pont d'Austerlitz sont, par une cause artificielle qu'on pourra faire disparaître, trop fortes de $0^m,25$ environ.

» La crue de 1876 a fait l'objet d'un Mémoire spécial de MM. Belgrand et G. Lemoine (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1877 ; *Atlas de l'Observatoire* pour 1877). M. Belgrand en avait entretenu l'Académie les 13 mars, 17 mars et 8 mai 1876.

» La crue de septembre 1866 était, à Paris, précisément égale à celle de janvier 1879, mais c'était une crue unique, c'est-à-dire résultant d'une seule crue des affluents torrentiels ; elle a fait aussi l'objet d'un Mémoire

de MM. Belgrand et G. Lemoine (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1868).

» Depuis 1732 jusqu'à 1879 exclusivement, il y a eu, en tout, 41 crues ayant dépassé $5^m,21$ à l'échelle de la Tournelle. (Tableau dans le Mémoire relatif à la crue de 1866, p. 2.)

» Malgré ces différences dans les hauteurs atteintes, le régime de la Seine pendant le cours de cet hiver n'en doit pas moins fixer l'attention, par la durée persistante des grandes eaux et par la recrudescence de la crue. Depuis le 27 décembre 1878 jusqu'aux 8 et 9 janvier 1879, la Seine, à Paris (pont d'Austerlitz), est montée progressivement de la cote $1^m,30$ jusqu'à la cote maximum $5^m,64$. C'est après s'être maintenue à des niveaux élevés avec diverses variations qu'elle est remontée progressivement à partir du 13 février, de manière à atteindre le 24 février, à $0^m,15$ près, le même maximum qu'en janvier.

» *Causes générales et particulières des dernières crues.* — Les deux crues de la Seine ont été le résultat de trois crues successives des petites rivières torrentielles, alimentées par des affluents de dernier ordre qui prennent naissance dans les terrains imperméables. Pour l'une comme pour l'autre on a vérifié, une fois de plus, la justesse des vues de M. Belgrand, le créateur du Service hydrométrique du bassin de la Seine. C'est à plusieurs phénomènes météorologiques successifs que sont dues les grandes crues du fleuve, ainsi que l'a démontré cet éminent ingénieur. Les eaux pluviales ruisselant à la surface des terrains imperméables produisent toujours le maximum à Paris ; les eaux absorbées par les terrains perméables arrivent en retard et soutiennent la crue plusieurs jours. Si les affluents ont alors une nouvelle croissance, il en résulte à Paris une nouvelle montée, et ainsi de suite.

» L'analyse du phénomène n'est pas sans intérêt; procédons-y pour les deux crues.

» I. Sur l'Yonne, à Clamecy, une première montée de $1^m,10$ (26-28 décembre) est due à un dégel accompagné de pluies qui ramassent la neige sur le sol. Toutes les autres rivières torrentielles ont des crues simultanées. De là, à Paris, une première montée de $2^m,35$ et un premier maximum les 30-31 décembre. Les pluies continuent presque sans s'arrêter; les affluents les plus torrentiels remontent à plusieurs reprises; sur l'Yonne, à Clamecy, après le maximum du 28 décembre on en constate d'autres les 1er, 3 et 5 janvier. De là une nouvelle hausse progressive à Paris, où le maximum se produit les 8-9 janvier, trois jours après celui de Clamecy.

» Voici pour quelques stations les hauteurs de pluie correspondantes :

	Neiges des 13-26 décembre.	Pluie des 26-28 décembre.	Pluie du 29 déc. au 1er janv.	Pluie des 2-3 janvier.	Pluie des 4-5 janvier.	Total.
Les Settons (sources de la Cure)	29 mm	61 mm	63 mm	36 mm	68 mm	257 mm
Vassy (Haute-Marne)	35	13	18	13	11	90
Paris, 87, rue de Vaugirard, (réservoirs de la Ville)	0	6	21	8	6	41

» Les pluies ont été assez continues pour maintenir longtemps à des niveaux élevés les petites rivières même les plus torrentielles. Ordinairement une seconde crue n'y survient qu'après une baisse assez considérable. Cette fois, sur le Grand-Morin, il y a eu trois crues bien tranchées; elles le sont beaucoup moins sur l'Yonne, à Clamecy; elles se confondent presque sur la Marne, à Saint-Dizier.

» La Seine, à Paris, s'est élevée rapidement dès le commencement. Cela tient aux crues des rivières de la région imperméable, toute voisine de Paris, formée par les argiles tertiaires de la Brie. Elles élèvent brusquement la Seine les 27 et 31 décembre au soir, mais cet effet est très-limité : le maximum est toujours dû aux eaux torrentielles des régions supérieures.

» II. La crue des 24-25 février donne lieu à des remarques analogues. C'est une crue multiple, résultant de trois crues successives des petites rivières torrentielles issues des affluents imperméables. Mais la dernière est celle qui a été de beaucoup la plus importante, et son influence se distingue très-bien à Paris par la montée rapide qu'elle y a produite du 21 au 24 février.

» Sur l'Yonne, à Clamecy, deux premières montées qui se confondent presque ont lieu l'une du 13 au 15 février, l'autre du 16 au 18, produisant des variations de niveau de $0^m,25$ et $0^m,35$. De petites crues ont lieu simultanément sur plusieurs des autres rivières torrentielles, d'où résulte à Paris une première montée progressive de $0^m,50$ et un premier maximum les 19-20 février.

» C'est alors que, dans la partie supérieure du bassin, la pluie, mêlée de neige, reprend avec intensité et persistance. L'Yonne, à Clamecy, éprouve, du 20 au 21 février, une montée brusque de $0^m,90$, et, après avoir baissé du 21 au 22 de $0^m,50$, elle remonte encore de $0^m,20$. Par suite, à Paris, nouvelle hausse, et le maximum survient le 24 février au matin, trois jours après celui de Clamecy.

» Les hauteurs de pluie correspondantes sont :

	Pluie			
	du 14 au 15 fév.	du 16 au 18 fév.	du 19 au 21 fév.	Total.
	mm	mm	mm	mm
Aux Settons (sources de la Cure)....	12	38	43	92
A Vassy (Haute-Marne)..........	7	20	29	56
A Paris, 87, rue de Vaugirard (réservoirs d'eau de la Ville).........	2	12	14	28

» La crue du 21 février a été très-générale : on la retrouve très-intense sur toutes les petites rivières torrentielles du bassin, à l'exception de l'Oise à Hirson, qui, du 20 au 22, n'a varié que de $0^m,30$; aussi, sur l'Oise, à Compiègne, la crue a-t-elle été sans importance.

» De même que lors de la crue des 8-9 janvier, la Seine, à Paris, s'est élevée très-rapidement à partir du 21 février; en vingt-quatre heures, du 22 au 23, la montée au pont de la Tournelle a été de $0^m,60$. Cette hausse rapide a été due aux rivières voisines de Paris : d'une part le Grand-Morin, représentant des argiles tertiaires imperméables de la Brie; d'autre part le Loing, qui, montant à Nemours, du 21 au 22, de $0^m,70$, produit le maximum à Melun avant qu'il ait lieu à Montereau, ce qui est extrêmement rare.

» Ces particularités avancent l'instant du maximum à Paris; il s'y produit cette fois en même temps qu'à Montereau.

» *Annonces faites par le Service hydrométrique.* — M. Belgrand était arrivé dès 1854, par des calculs très-simples, à prévoir numériquement, trois jours à l'avance, les crues à Paris (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1587). Sous sa direction, Mr Lemoine a organisé, depuis 1872, des annonces analogues pour la Seine, même à Montereau, et pour les grands affluents, tels que la Marne, l'Aisne et l'Oise.

» Les avertissements, qui ont lieu pour les plus petites crues, sont envoyés par le télégraphe, par des porteurs ou par la poste, à soixante-quatorze personnes à Paris et à soixante-sept en dehors de Paris. Lorsqu'ils correspondent à des cotes d'inondation, les ingénieurs des services locaux préviennent les populations intéressées et font prendre les mesures de précaution nécessaires.

» Les deux crues de cet hiver correspondaient partout à des submersions, sauf sur l'Oise, où la dernière n'en a pas produit. Leurs montées successives ont été annoncées à mesure que se produisaient celles des affluents supérieurs.

» Voici les résultats obtenus pour le maximum :

1° *Crue de janvier* 1879.

	Indication des points où les observations ont lieu.	Date de la dernière annonce du maximum.	Cote annoncée.	Cote observée.	Date à laquelle le maximum s'est produit.
Seine.	Au pont de la Tournelle..	5 janvier	m 5,40	m 5,20	du 8 au 9.
	Au pont d'Austerlitz....	7 »	5,80	5,64	soirée du 8.
	A Mantes............	9 »	7,00	6,93	du 9 au 10.
	A Montereau (en aval de l'Yonne)..........	7 »	3,75	3,60	du 7 au 8.
Marne.	Au pertuis de Damery (un peu en aval d'Épernay).	2 »	4,40	4,08	4 janv. au soir.
	A Chalifert (près Meaux).	5 »	4,00	3,92	8 janvier.
Aisne.	A Pontavert (entre Réthel et Soissons)........	5 »	3,80	3,46	5 janv. au soir.
Oise.	A Compiègne........	5 »	5,40	5,19	6-7 janvier.

2° *Crue de février* 1879.

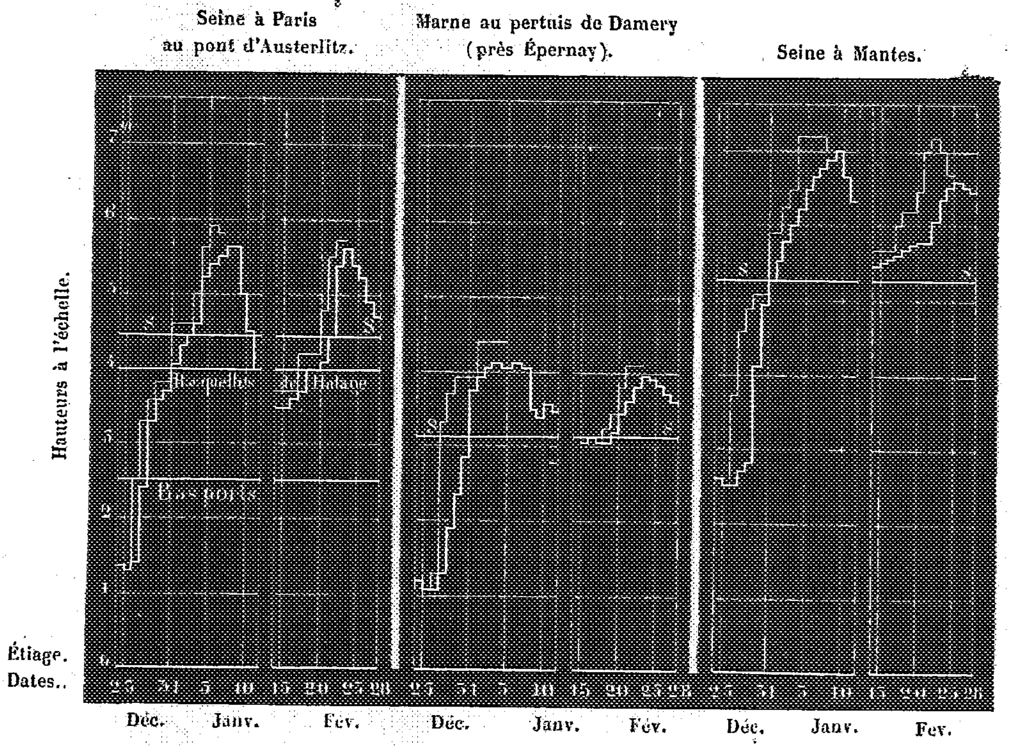
	Indication des points où les observations ont lieu.	Date de la dernière annonce du maximum.	Cote annoncée.	Cote observée.	Date à laquelle le maximum s'est produit.
Seine.	Au pont de la Tournelle..	23 février	m 5,30	m 5,05	24 février.
	Au pont d'Austerlitz....	23 »	5,70	5,62	24 au matin.
	A Mantes............	25 »	6,70	6,60	26 février.
	A Montereau (en aval de l'Yonne)..........	24 »	3,60	3,48	26 »
Marne.	Au pertuis de Damery (un peu en aval d'Épernay).	22 »	4,10	3,92	du 24 au 25.
	A Chalifert (près Meaux).	22 »	3,80	3,35	23 février.
		24 »	3,50	3,38	28 février.
Aisne.	A Pontavert (entre Réthel et Soissons).......	22 »	3,20	3,05	24 février.
Oise.	A Compiègne........	25 »	4,30	4,23	27 février.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur les chiffres d'une même ligne horizontale de ce Tableau pour reconnaître que, si jamais le maximum prévu n'a été complétement atteint, la hauteur observée s'en est, du moins, singulièrement rapprochée. On sait que l'on s'attache, dans les avis donnés aux populations intéressées, à exagérer un peu plutôt qu'à atténuer l'effet du phénomène. L'annonce a toujours été faite en temps opportun, surtout si l'on a égard à cette circonstance que, avant de préciser l'instant probable du maximum, on a préalablement averti les populations riveraines des risques qui les menacent.

» Les diagrammes que nous donnons ici mettent ces résultats en évi-

dence d'une manière plus saisissante encore que les chiffres. Les distances horizontales expriment des intervalles de temps, les hauteurs verticales correspondent à des niveaux réellement observés (traits forts) et à des niveaux

LA SEINE ET LA MARNE
du 25 décembre 1878 au 12 janvier 1879, et du 15 au 28 février 1879.



Le tracé en traits forts représente les hauteurs observées chaque jour.

Le tracé en traits fins, les hauteurs annoncées, rapportées au jour où l'annonce en a été faite : on voit que la rivière commence à monter le jour même, mais elle n'atteint le maximum en général que plusieurs jours après.

Les lignes horizontales SS indiquent les cotes où commencent les submersions; à Paris, c'est le niveau à partir duquel le quai de Bercy est recouvert par les eaux.

prévus (traits fins). Les intervalles qui séparent les traits forts des traits fins dans le sens horizontal indiquent de combien l'annonce a précédé la production du phénomène, et, dans le sens vertical, ils indiquent de combien il s'en faut que le niveau prévu ait été atteint. »

Après avoir présenté cette Note, rédigée en collaboration avec M. Lemoine, M. Lalanne ajoute :

« Une année presque entière s'est écoulée depuis qu'une fin prématurée

a enlevé à l'Académie l'ingénieur éminent qui avait su grouper un ensemble de faits et d'observations du plus haut intérêt, formant un corps de doctrines et comme une science nouvelle à laquelle il a donné le nom d'*Hydrologie.* Si le service hydrométrique du bassin de la Seine, créé par M. Belgrand, a pu être continué sans interruption, si l'annonce des crues a pu être faite après lui comme de son vivant, c'est grâce aux méthodes qu'il avait imaginées, grâce au soin qu'il avait pris de les faire connaître et d'initier à leur esprit un collaborateur, M. Lemoine, dont il n'a jamais parlé qu'avec éloge, et auquel nous devons que les traditions du maître aient été pieusement conservées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques observations de verglas analogues à celui du mois de janvier dernier, et sur le mode de formation de la grêle.* Lettre de M. D. Colladon à M. le Secrétaire perpétuel.

« Genève, 22 mars 1879.

» Les Communications faites à l'Académie sur les causes du prodigieux verglas qui a ravagé quelques départements au sud et à l'ouest de Paris, dans les journées des 22 et 23 janvier, ont été suivies de Lettres rappelant des faits analogues. D'autre part, on a indiqué, à cette occasion, la connexité probable de cette congélation remarquable avec la formation plus ou moins rapide de volumineux grêlons.

» Les observations de verglas déposés en temps de pluie, sur des corps plus chauds que zéro, sont déjà assez anciennes : j'en citerai deux exemples, recueillis en février 1830 et en janvier 1838, pendant deux hivers rigoureux.

» M. Boisgiraud a publié [1] la description d'un verglas qu'il avait observé, le 7 février 1830, à la suite de grosses gouttes de pluie tombant sur des corps au-dessus de zéro et déposant d'épaisses couches de glace jusque sur les vêtements et les parapluies, fait qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que les gouttes de pluie étaient liquides à une température notablement inférieure à zéro. Dans ce Mémoire, il insiste (p. 98) sur la connexité probable de ce fait avec la formation de la grêle.

» Dans une excursion que je fis, en 1838, dans le département des Bouches-du-Rhône, en compagnie de M. F. Vallès, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, nous fûmes témoins d'un verglas analogue. Le matin du 14 janvier, nous partîmes à pied de la petite ville des Mar-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXII, p. 97; 1836.

tigues, pour nous rendre à Citis, en passant par Saint-Mitre, distant de 6 kilomètres des Martigues. A notre départ, le temps était calme et pluvieux, la température de l'air et du sol était au-dessus de zéro. Au tiers de la route, la pluie commença à déposer du verglas sur nos vêtements et sur toutes les plantes, qui furent en peu de temps enveloppées d'un fourreau de glace transparente d'environ 3 à 4 millimètres d'épaisseur. Avant d'arriver à Saint-Mitre, les gouttes de pluie, à l'état de surfusion, s'étaient changées en perles sphériques, de 3 à 4 millimètres de diamètre, formées d'une glace compacte et transparente.

» Nous n'avons pas hésité, M. Vallès et moi, à attribuer ces faits au brusque refroidissement des gouttes de pluie à l'état de surfusion. Une heure après notre départ de Saint-Mitre, il s'éleva un vent violent du nord et la température s'abaissa au-dessous de zéro. A Genève, à la même époque, la température était exceptionnellement froide; les Tableaux météorologiques des *Archives de la Bibliothèque universelle de Genève* montrent que, du 10 au 15 janvier, le thermomètre s'est maintenu sans interruption entre 7 et 20 degrés au-dessous de glace. Ils montrent aussi que, du 1er au 15 janvier, il n'y eut qu'un seul jour où il tomba de la neige, soit à Genève, soit au Saint-Bernard.

» J'ai dit que, dès l'année 1836, M. Boisgiraud, de Toulouse, avait indiqué comme très-probable une influence prépondérante de grosses gouttes d'eau, à l'état de surfusion dans l'atmosphère, sur le grossissement des grêlons. M. Aug. de la Rive, en reproduisant dans le troisième Volume de son *Traité de l'Électricité*, en 1858, les remarques et les observations de M. Boisgiraud, adopte le principe de la surfusion, dont l'effet peut s'ajouter à d'autres causes dans la formation de la grêle.

» J'ai moi-même fait allusion à ce principe dans mes deux Notices sur des orages de grêle des 7 et 8 juillet 1875 (¹).

» En 1861, M. Louis Dufour, professeur de Physique à Lausanne, a publié (²) un beau travail sur la surfusion de l'eau et la formation de la grêle. En introduisant de l'eau dans un mélange d'huile d'amandes pure, d'huile de pétrole et d'un peu de chloroforme, mélange qu'on peut maintenir à la densité de l'eau, il a obtenu des sphères d'eau qui flottaient dans le mélange, comme M. Plateau avait obtenu des sphères d'huile dans un liquide

(¹) *Comptes rendus*, séances des 6 et 13 septembre 1875.

(²) *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, et *Archives des Sciences physiques de Genève*, numéro d'avril, p. 346 à 371.

composé d'eau et d'alcool. En plaçant le vase qui contenait ces sphères dans un mélange réfrigérant, il a pu refroidir ces boules d'eau liquide jusqu'à 10 et 20 degrés au-dessous de zéro. Dans ces conditions, de petites quantités de poussières mises en contact avec ces globules ne les font pas toujours geler, lors même qu'on les fait tomber à travers les globules. M. Dufour insiste, en terminant, sur la probabilité du rôle essentiel des gouttes de pluie à l'état de surfusion, pour la formation rapide des grêlons.

» Tout en insistant sur cette influence très-probable de l'eau liquide glacée, on ne saurait, selon moi, repousser complétement l'influence de l'énorme tension électrique des nuages sur la grosseur des grêlons, et spécialement sur ceux dans lesquels on distingue de très-nombreuses couches alternativement opaques et transparentes.

» Mes observations m'ont conduit à admettre que, dans les grands orages de grêle, les grands cumulus qui les engendrent se trouvent divisés en plusieurs groupes distincts, et isolés électriquement les uns des autres par des tranches d'un air sec et froid, en sorte qu'on pourrait les comparer, à quelques égards, à des colonnes de fumée ou de vapeur qui s'élèveraient simultanément de quelques cheminées ou chaudières à vapeur peu distantes les unes des autres.

» Certaines cascades, par exemple la Salanche dans le Valais, dont on peut aborder la base inférieure, produisent de haut en bas un vent d'une grande violence, quoique le volume d'eau écoulé par seconde ne soit que de 2 ou 3 mètres cubes, et la section horizontale de l'eau en poussière qui forme la cascade, de quelques mètres carrés. Ce vent vertical de haut en bas produit, à la partie supérieure de la cascade, un appel de l'air supérieur qui est visible en temps de brouillard.

» En tenant compte de la vitesse de translation des colonnes de grêle et de la durée du météore sur une surface donnée, on est forcé de reconnaître que ces colonnes orageuses représentent une section horizontale considérable, qui dépasse quelquefois 50 et même 100 kilomètres carrés. Sur toute cette section, il passe un flot continuel de grêle serrée et de pluie dont l'ensemble représente un immense piston descendant, malgré les nombreux interstices qui séparent entre eux les grêlons. De là ces tourbillons de vent d'une extrême violence qui, près du sol, accompagnent ces orages, et qui rendent indispensable, pour le rétablissement de l'équilibre, un énorme appel d'air sec, froid et puissamment électrisé depuis les régions supérieures. Il est évident que cet air incessamment appelé par la chute de grêle tend à

diviser ces nuées en colonnes à peu près verticales, plus ou moins distinctes, séparées par des intervalles isolants qui peuvent avoir peu d'épaisseur. C'est à cela qu'on peut attribuer la nature toute spéciale des traits de foudre pendant ces grands orages, ces éclairs saccadés qui semblent ne pas sortir d'un groupe assez restreint et qui souvent n'atteignent pas la terre, malgré leur multiplicité, ainsi que je l'ai déjà exposé d'une manière détaillée dans ma Note du 6 septembre 1875

» Ch. Wheatstone, à la suite de quelques expériences faites avec son photomètre à perles de métal, a cru pouvoir annoncer que les coups de foudre ne durent qu'un temps plus petit qu'un millième de seconde.

» Cette loi n'est plus applicable, d'une manière générale, aux éclairs des grands orages. Chacun peut s'en convaincre facilement en remarquant combien il est facile, à la lumière de la plupart de ces éclairs, de distinguer le mouvement des branches agitées par le vent, ce qui serait impossible si la lueur des éclairs ne durait qu'une très-petite fraction de seconde. On peut même distinguer la direction dans laquelle se meuvent les traits lumineux, qui ont été quelquefois comparés, dans les grands orages, à des groupes de fusées dont le mouvement de progression est perceptible. Les faits ci-dessus constatent que ces nuages orageux sont composés de parties les unes positives et les autres négatives, séparées par de petits espaces isolants, et, comme la hauteur de ces groupes de cumulus est ordinairement de quelques kilomètres, on peut admettre que les grains de grêle, pendant leur chute, sont alternativement ballottés d'une partie de nuage à une autre par une série de zigzags, pendant lesquels leur volume tend à s'accroître par la rencontre alternative, soit de gouttes d'eau glacée à l'état de surfusion, soit des parties neigeuses formées de petits cristaux de glace. »

M. du Moncel, en faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé *l'Eclairage électrique*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume que je viens de publier dans la Bibliothèque des Merveilles de M. Hachette, sous le titre de *l'Éclairage électrique*. Cette question a pris dans ces derniers temps une extension toute particulière, qui a provoqué non-seulement des perfectionnements considérables dans la construction des générateurs électriques appelés à produire la lumière électrique, mais encore des études et des recherches du plus haut intérêt sur les moyens d'obtenir la division et la fixation de cette lumière.

» Dans l'Ouvrage que je présente aujourd'hui, je résume tous les travaux qui ont été entrepris à ce sujet dans les différents pays et j'étudie : 1° les générateurs voltaïques et électromagnétiques appliqués en ce moment à l'éclairage électrique; 2° les principales lampes et autres organes excitateurs de la lumière qui ont été essayés jusqu'à présent; 3° les effets produits par les différentes machines, afin d'en faire ressortir la valeur relative. Enfin, je discute le prix de revient de l'éclairage électrique et j'indique les principales applications qui peuvent en être faites dès aujourd'hui avantageusement »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu sir *Charles Lyell*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Lawrence Smith obtient	....	42 suffrages.
M. Abich	»	1 »
M. Favre	»	1 »
M. J. Hall	»	1 »
M. Perrey	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Lawrence Smith**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches chimiques sur une matière filamenteuse trouvée dans les fouilles de Pompéi.* Note de M. S. de Luca.

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Wurtz.)

« Cette substance, de couleur noire et presque complétement carbonisée, provient des fouilles de Pompéi; elle a l'éclat de la houille et semble formée par de nombreux filaments d'une épaisseur variable; ces filaments ont une faible cohésion, car, par la simple pression des doigts, ils se réduisent en poussière. Au contact d'un corps enflammé ils brûlent lentement et d'une manière continue, comme fait l'étoupe ou le fil du lin, en

laissant pour résidu des cendres blanchâtres assez abondantes, à réaction alcaline, qui absorbent l'humidité de l'atmosphère et qui font effervescence par les acides, avec dégagement d'acide carbonique.

» Ces cendres, traitées par l'eau chaude, y cèdent environ 21 pour 100 de matières solubles, tandis que 79 pour 100 restent à l'état insoluble. Voici la composition en centièmes de ces cendres, tant pour les matières solubles que pour les substances insolubles :

	Partie	
	soluble.	insoluble.
Carbonate de potasse	19,86	»
Sulfate de potasse	1,78	»
Chlorures de potassium et de lithium	traces	»
Acide carbonique	»	12,05
Silice	»	16,85
Alumine	»	7,00
Sexquioxyde de fer	»	3,19
Chaux	»	26,10
Magnésie	»	6,60
Potasse	»	4,21
Acide phosphorique et manganèse	»	traces
Matières non dosées et pertes	»	2,36
	21,64	78,36

» La substance primitive perd, à la température de 110 degrés, environ 14,5 pour 100. En tenant compte des cendres, qui en moyenne s'élèvent à 18,5 pour 100, on peut considérer la matière filamenteuse de Pompéi comme étant formée de :

Matières volatiles à 110 degrés	14,5
Matières destructibles par l'action de la chaleur et de l'air	67,0
Matières fixes ou cendres	18,5
	100,0

» Lorsqu'on chauffe la même matière hors du contact de l'air, dans un tube fermé par un bout et recourbé, plein de mercure et communiquant, par l'autre extrémité ouverte, avec un bain de mercure, l'eau se condense d'abord, puis on voit se dégager des gaz, dans lesquels on constate la présence de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et des traces d'hydrogène et d'azote. Les quelques gouttes de matières liquides condensées dans cette expérience ont une réaction alcaline.

» La composition en centièmes des éléments dits organiques, comme aussi de l'eau et des cendres, est donnée par les chiffres suivants :

Carbone	60,2
Hydrogène	2,5
Oxygène (par différence)	3,3
Azote	2,8
Eau	14,5
Cendres	16,7
	100,0

» Les cendres sont en très-forte proportion dans la matière carbonisée de Pompéi ; mais il est probable que cet excès de matières minérales est dû à de l'eau qui, en s'infiltrant à travers le sol poreux, recouvrait la matière sus-mentionnée et, s'évaporant successivement pendant le long intervalle de dix-huit siècles, y a déposé les substances qu'elle tenait en dissolution. Si l'on fait abstraction de l'eau et des cendres dosées dans la matière de Pompéi, on aura les proportions suivantes :

Carbone	60,2	87,50
Hydrogène	2,5	3,64
Azote	2,8	4,07
Oxygène (par différence)	3,3	4,79
	68,8	100,00

» Cette composition diffère essentiellement de celle des fibres du lin ou du chanvre de l'époque actuelle. Le produit de Pompéi résulte d'une altération spontanée éprouvée par la matière examinée, enfouie il y a dix-huit cents ans et soumise uniquement à l'influence de divers agents naturels, tels que les gaz du sol, les eaux d'infiltration et autres, agissant en dehors de l'action de la lumière et produisant de l'eau et de l'acide carbonique principalement, c'est-à-dire des produits de destruction complète. Les causes de cette altération spontanée auraient agi d'une manière analogue à celle de la chaleur, quoique ces causes soient d'une nature bien différente. C'est précisément ce qui se passe dans la production de la tourbe et des lignites.

» Au microscope la matière de Pompéi présente l'aspect de fils tordus ; dans chaque fil on compte jusqu'à vingt faisceaux fibreux, chacun desquels est formé par quatre ou cinq fibres végétales. Ces fibres sont longues, minces, cylindriques et adossées les unes aux autres à la manière des fibres corticales des plantes textiles ; à cause de l'opacité absolue de ces fibres carbonisées il

n'est pas possible d'y reconnaître l'existence d'une forme organique quelconque au moyen du plus fort grossissement microscopique.

» Ces fils de lin ou de chanvre, tels qu'on les a trouvés à Pompéi, en amas et en forte proportion, étaient probablement destinés à panser des plaies sous forme de charpie, d'autant plus que dans les mêmes localités on a trouvé des matières grasses et quelque instrument grossier de chirurgie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les frais d'établissement des paratonnerres.* Note de M. **Melsens.**

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

« J'ai eu l'occasion de me rendre compte du devis d'un paratonnerre de mon système que l'on se propose d'établir sur de vastes casernes que l'on construit à Etterbeck-lez-Bruxelles, sur une superficie de 42000 mètres carrés, dont 20000 sont occupés par les bâtiments.

» Ce devis, fait avec le plus grand soin par MM. les officiers du génie, s'élève à 4200 francs pour tous les matériaux amenés à pied d'œuvre. En augmentant le nombre des conducteurs dans les rapports de 2 à 3 et en exagérant les frais de main-d'œuvre, on arrive à une somme de moins de 6000 francs.

» La superficie couverte de bâtiments s'élève à peu près à la moitié de la superficie couverte des abattoirs de la Villette, à Paris : or les frais d'établissement se sont élevés, pour ces bâtiments, à 71665 francs. Je crois donc pouvoir maintenir intégralement les opinions que j'ai émises; en effet, le devis pour les casernes donne une dépense bien moins élevée que celle que j'admettais jusqu'ici.

» Sans entrer dans les détails, je désire cependant constater que l'ensemble des conducteurs aériens est rattaché à trois puits, disposes comme celui du paratonnerre de l'hôtel de ville de Bruxelles; il y aura, en outre, une vingtaine de contacts avec les conduites d'eau et autant avec les tubes à gaz; le nombre des aigrettes dépassera 130. »

M. A. **Tissot** soumet au jugement de l'Académie une Note intitulée « Sur les projections des Cartes géographiques ».

(Renvoi à la Section de Géographie, à laquelle M. de la Gournerie est prié de s'adjoindre.)

CORRESPONDANCE.

MM. A. **Key** et G. **Retzius**, M. **Toussaint** adressent leurs remercîments pour les distinctions qui ont été accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. E. **Alix** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *Gervais*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie).

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (193), *découverte à l'Observatoire de Marseille, par M.* **Coggia**, *le* 28 *février* 1879, communiquées par M. Stéphan.

Dates. 1879.		Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observateur.
		h m s	h m s	° ′ ″			
Mars.	10	8.54.39	11.18.42,66	84.43.37,2	$-\bar{1},510$	$-0,754$	Coggia.
	11	9. 2.24	11.17.36,41	84.42. 6,9	$-\bar{1},487$	$-0,756$	»
	12	9.26.48	11.16.30,18	84.40.41,3	$-\bar{1},427$	$-0,748$	»
	13	11. 3.29	11.15.19,85	84.39. 5,8	$-\bar{2},948$	$-0,739$	»
	14	10.12.53	11.14.18,32	84.37.56,3	$-\bar{1},236$	$-0,742$	»
	15	9.52.21	11.13.14,99	84.36.35,5	$-\bar{1},297$	$-0,743$	»
	17	10. 5.53	11.11. 8,22	84.34. 5,8	$-\bar{1},199$	$-0,741$	»

» Position moyenne pour 1879,0 de l'étoile de comparaison commune aux observations précédentes :

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
	h m s	° ′ ″	
3861 B. A. C.	11.14.45,36	84.27.21,0	Cat. B. A. C. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux équations aux dérivées partielles relatives à la multiplication de l'argument dans les fonctions elliptiques.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Dans deux Communications faites récemment à l'Académie (p. 414 et 562 de ce Volume), je me suis principalement attaché aux propriétés d'une équation différentielle résultant de l'introduction de deux fonctions parti-

culières ([1]). J'ai seulement indiqué l'usage de ces fonctions pour la multiplication de l'argument dans la fonction sin am. A cet égard, je dois rappeler que MM. Kiepert et Simon ont donné antérieurement ([2]) des formules très-pratiques pour le même objet, en ce qui concerne la fonction elliptique $\wp(u)$ introduite par M. Weierstrass, et définie au moyen de l'équation

$$u = \int_x^{\wp(u)} \frac{dx}{\sqrt{4x^3 - gx - h}}$$

» Le procédé même de calcul qui résulte des formules récurrentes contenues dans ma première Note, tout en se rapportant à des fonctions différentes, reproduit celui qu'a développé M. Simon. J'aurai l'occasion de revenir sur les travaux de ces savants à propos d'applications géométriques. Pour aujourd'hui, je m'occuperai de deux équations aux dérivées partielles qui se rattachent au même sujet.

» D'une manière générale, si l'on donne $n+2$ fonctions $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ de deux variables z, q, on peut considérer toute fonction μ de z, q comme une fonction bien définie des α si on l'astreint à n homogénéités distinctes. Je prendrai ici quatre quantités α, en posant, pour $n = 1, 2, 3, 4$, $\alpha_n = \mathrm{H}(nz)$, et μ sera une fonction vérifiant l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \mu}{\partial z^2} = -\left(\frac{m\pi}{2\mathrm{K}}\right)^2 q \frac{\partial \mu}{\partial q},$$

à laquelle satisfait $\mathrm{H}(mz)$. J'astreindrai μ, comme fonction des α, à deux homogénéités. Ce sera une fonction homogène du premier degré et du poids m^2, α_n étant considéré comme du premier degré et du poids n^2. Ceci posé, je vais transformer l'équation (1) en y prenant les α pour variables indépendantes, et de telle sorte que la double homogénéité ait lieu aussi dans la transformée.

» En vertu de cette double homogénéité, on peut écrire huit équations dont voici les deux types :

$$(m^2 - n^2)\frac{\partial \mu}{\partial \alpha_n} = n^2 \alpha_n \frac{\partial^2 \mu}{\partial \alpha_n^2} + p^2 \alpha_p \frac{\partial^2 \mu}{\partial \alpha_n \partial \alpha_p} + \ldots,$$
$$0 = \alpha_n \frac{\partial^2 \mu}{\partial \alpha_n^2} + \alpha_p \frac{\partial^2 \mu}{\partial \alpha_n \partial \alpha_p} + \ldots,$$

et, grâce à ces relations, éliminer les $\frac{\partial \mu}{\partial \alpha}, \frac{\partial^2 \mu}{\partial \alpha^2}$. Le changement de variables

---

([1]) Je saisis cette occasion de réparer l'omission d'un facteur x au dénominateur du second membre de cette équation. On doit l'écrire $\frac{dy}{dx} = \frac{3y(y+1) - 4x}{x(8y-1)}$.

([2]) *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, Bd. LXXVI, p. 81.

exécuté dans (1), on peut aussi faire disparaître les $\frac{\partial\alpha}{\partial q}$ au moyen des relations analogues à (1) satisfaites par les α. Ceci fait, il ne reste plus dans la transformée que six termes tels que $A_{n,p}\alpha_n\alpha_p\frac{\partial^2\mu}{\partial\alpha_n\partial\alpha_p}$, et l'on trouve

$$A_{n,p} = -n^2p^2\left[\frac{1}{n}Z(nz) - \frac{1}{p}Z(pz)\right]^2 + (n^2-p^2)\Big[Z'(nz) - Z'(pz)\Big].$$

» Si maintenant on fait usage des deux formules

$$Z(a) + Z(b) + Z(c) - Z(a+b+c) = H'(0)\frac{H(a+b)H(b+c)H(c+a)}{H(a)H(b)H(c)H(a+b+c)},$$
$$Z'(a) - Z'(b) = H'^2(0)\frac{H(a+b)H(a-b)}{H^2(a)H^2(b)},$$

on reconnaît que, le facteur $H'^2(0)$ disparaissant, les six coefficients $A_{n,p}$ deviennent des fonctions rationnelles des α, du degré -2 et du poids zéro. La transformation demandée s'opère donc par ce moyen, et voici les formules

$$(2)\quad\begin{cases} A_{n,p} = -n^2p^2[\varphi(n)-\varphi(p)]^2 + (n^2-p^2)[\psi(n)-\psi(p)], & \\ \varphi(1) = 0, & \psi(1) = 0, \\ \varphi(2) = -\frac{1}{4}\frac{\alpha_2^5+\alpha_1^4\alpha_4}{\alpha_1^3\alpha_2^2\alpha_3}, & \psi(2) = \frac{\alpha_3}{\alpha_1\alpha_2^2}, \\ \varphi(3) = -\frac{1}{3}\frac{\alpha_2^3}{\alpha_1^3\alpha_3}, & \psi(3) = \frac{\alpha_2\alpha_4}{\alpha_1^2\alpha_3^2}, \\ \varphi(4) = -\frac{1}{8}\frac{2\alpha_1\alpha_2^2\alpha_3^3+\alpha_2^5\alpha_4+\alpha_1^4\alpha_4^2}{\alpha_1^3\alpha_2^2\alpha_3\alpha_4}, & \psi(4) = \frac{\alpha_2^3\alpha_3\alpha_4-\alpha_1\alpha_3^4}{\alpha_1^5\alpha_4^2}. \end{cases}$$

L'équation (A) *que je voulais obtenir est* $\sum A_{n,p}\alpha_n\alpha_p\frac{\partial^2\mu}{\partial\alpha_n\partial\alpha_p} = 0$, *les coefficients étant donnés par les formules* (2). La circonstance bien remarquable qu'on y rencontre consiste dans la disparition du nombre m, et l'on en tire cette conséquence : *Soit* $\Phi(z,q)$ *une fonction satisfaisant à*

$$\frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} = -\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 q\frac{\partial\Phi}{\partial q},$$

et posons, pour $n = 1, 2, 3, 4$, $\alpha_n = \lambda\omega^{n^2}H(nz)$; *l'équation* (A) *admet pour solution, quel que soit* m, *la fonction* $\mu = \lambda\omega^{m^2}\Phi(mz,q)$. On a donc des solutions en ajoutant entre elles des fonctions de cette forme ou encore en les intégrant ou les différentiant par rapport à m : par exemple, $\mu = \lambda z H'(0)$ est une solution. L'équation (A) est satisfaite par $\mu = H(mz)$, considérée comme fonction des α, du degré 1 et du poids m^2. Or il résulte de la formule de Jacobi, rappelée au début de ma première Note, que, pour m entier, cette fonction est rationnelle. Donc, outre les solutions évidentes $\mu = f(\alpha_n)$, *l'équation* (A) *admet une infinité de solutions rationnelles.*

» En vertu de la double homogénéité, l'expression de $H(mz)$ par les α devient d'elle-même, quand on introduit les fonctions g, une expression entière de g_m en fonction de g_3 et g_4. On conçoit donc que l'équation (A) puisse être transformée en une autre à deux variables indépendantes et satisfaite par le polynôme g_m. Cette nouvelle équation peut aussi être obtenue directement par un calcul analogue au précédent. Je transcris ici le résultat. En posant $g_3^3 = x$, $g_4 = y$, on obtient

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} & x(8y-1)^2\left(x\frac{\partial^2\mu}{\partial x^2}+\frac{2}{3}\frac{\partial\mu}{\partial x}\right)+2x(8y-1)[3y(y+1)-4x]\frac{\partial^2\mu}{\partial x\partial y}\\ & \quad +[3y(y+1)-4x]^2\frac{\partial^2\mu}{\partial y^2}-\frac{m^2-9}{3}(10y^2+11y+1-24x)x\frac{\partial\mu}{\partial x}\\ & \quad -\frac{m^2-16}{3}[3y(y+1)^2-2x(10y+1)]\frac{\partial\mu}{\partial y}\\ & \qquad +\frac{(y+1)^2-12x}{4}\left[\frac{(m^2-1)(m^2-4)}{9}\mu-\frac{40}{3}x\frac{\partial\mu}{\partial x}-20y\frac{\partial\mu}{\partial y}\right]=0 \end{aligned}\right.$$

Les termes ont été groupés de manière à mettre en évidence les solutions $\mu = x^{\frac{1}{3}}$ pour $m = 3$ et $\mu = y$ pour $m = 4$. Cette équation (3) permet de calculer directement le polynôme g_m pour chaque valeur donnée de m. Mais le calcul est si compliqué que je n'ai pu jusqu'à présent l'utiliser. J'ajoute que *l'équation* (3) *se reproduit par une infinité de substitutions rationnelles opérées sur* μ, x, y, m. Pour obtenir ces substitutions, mettons dans les polynômes g les lettres ξ, η au lieu de x, y, et posons, n étant un entier,

$$x = \frac{g_{3n}^3 g_n^5}{g_{2n}^8},\quad y = \frac{g_{4n} g_n^4}{g_{2n}^5},\quad \mu = \nu g_n^{\frac{m^2-4}{3}} g_n^{-\frac{m^2-1}{3}},\quad m = \frac{M}{n}.$$

La transformée de (3) en ν, ξ, η, M ne différera de (3) que par le changement des lettres : par exemple, la substitution

$$x = \frac{\xi(\eta-\xi-\eta^2)^3}{\eta^8},\quad y = \frac{(\eta-\xi)(2\xi-\eta)-\xi\eta^2}{\eta^4},\quad \mu = \nu\eta^{-\frac{m^2-1}{3}}$$

transformera l'équation (3) en elle-même, sauf changement de m en $2m$. »

MÉCANIQUE. — *Du potentiel cylindrique ou logarithmique à trois variables, et de son emploi dans la théorie de l'équilibre d'élasticité.* Note de M. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« J'ai considéré, dans une Note du 10 février 1879 (*Comptes rendus*, p. 277), les intégrales de la forme $\int\rho\varphi\, d\varpi$, où $d\varphi$ désigne un élément de vo-

lume ayant x_1, y_1, z_1 pour coordonnées, ρ une fonction finie et continue de x_1, y_1, z_1, nulle en dehors d'une région limitée, enfin φ une fonction de $x_1 - x$, $y_1 - y$, $z_1 - z$, pouvant devenir infinie au point $x_1 = x$, $y_1 = y$, $z_1 = z$, mais telle pourtant que la somme $\int$, étendue à tous les éléments $d\varpi$ de l'espace, soit finie. J'ai montré que l'on différentie aisément cette intégrale par rapport à x, à y ou à z, en y restreignant la somme $\int$ aux éléments $d\varpi$ extérieurs à la sphère décrite, d'un très-petit rayon constant R, autour du point mobile (x, y, z) comme centre. Si la fonction φ était susceptible de devenir infinie sur toute la droite $x_1 = x, y_1 = y$, parallèle aux z, on n'étendrait de même le signe $\int$ qu'aux éléments $d\varpi$ situés en dehors du cylindre de rayon R ayant cette droite pour axe. La différentiation par rapport à z se ferait simplement sous le signe $\int$; mais la différentiation en x ou en y introduirait de plus un terme aux limites, provenant des éléments $d\varpi$, les uns perdus, les autres gagnés par le cylindre dans sa petite translation dx ou dy. On trouverait, par exemple,

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d}{dx}\int \rho\varphi\, d\varpi = \int \rho \frac{d\varphi}{dx} d\varpi \\ + \int_{-\infty}^{\infty} \rho(x, y, z_1)\, dz_1 \int_{-R}^{R} \Big[\varphi\big(-\sqrt{R^2-\eta^2}, \eta, z_1 - z\big) \\ - \varphi\big(\sqrt{R^2-\eta^2}, \eta, z_1 - z\big)\Big] d\eta. \end{aligned} \right.$$

D'ailleurs, comme il est dit à la fin de la même Note, les dérivées en x, y, z de $\int \rho\varphi\, d\varpi$ s'obtiendraient aussi par la différentiation de ρ en x_1, y_1 ou z_1 ous le signe $\int$.

» Appliquons cette méthode à la fonction, que j'appellerai *potentiel cylindrique* ou *logarithmique à trois variables*,

$$(2)\qquad \psi = \int \rho \log(z - z_1 + r)\, d\varpi,$$

où

$$r = \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2}.$$

Cette fonction, dont la dérivée en z est le *potentiel ordinaire* ou *inverse*, présente un grand intérêt dans la théorie de l'élasticité; car j'ai reconnu (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1260; 20 mai 1878) qu'elle conduit, pour tout espace où ρ est nul et où z est $> z_1$, à trois formes d'expressions possibles des déplacements d'équilibre u, v, w d'un solide homogène et isotrope sans pesanteur. Ces trois formes, un peu généralisées en observant, dans la première, que $(z - z_1)\frac{d}{dz}\log(z - z_1 + r) = \frac{dr}{dz}$ et en appelant V le

potentiel direct $\int \rho r d\varpi$, sont respectivement

(3) $u = -\frac{\lambda+\mu}{\lambda+2\mu}\frac{d^2V}{dx\,dz}$, $v = -\frac{\lambda+\mu}{\lambda+2\mu}\frac{d^2V}{dy\,dz}$, $w = -\frac{\lambda+\mu}{\lambda+2\mu}\frac{d^2V}{dz^2} + \Delta_2 V$;

(4) $u = \frac{d\psi}{dx}$, $v = \frac{d\psi}{dy}$, $w = \frac{d\psi}{dz}$; et $u = -\frac{d\psi}{dy}$, $v = \frac{d\psi}{dx}$, $w = 0$.

» Il y a lieu de se demander si ces mêmes expressions de u, v, w représenteraient aussi des déplacements possibles en des endroits où ρ ne s'annule pas. Et d'abord, l'intégrale ψ reste finie et continue pour $z < z_1$, quoique $\log(z - z_1 + r)$ devienne alors infini sur la droite $x_1 = x, y_1 = y$. En effet, supposons que cette somme ψ n'ait été d'abord étendue qu'aux éléments $d\varpi$ extérieurs au cylindre $(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = R^2$; en faisant ensuite décroître R jusqu'à ε, elle augmentera peu à peu, et, en tout, de $2\pi\int_{-\infty}^{\infty}\rho(x, y, z_1)dz_1\int_{\varepsilon}^{R} R\log(z - z_1 + r)dR$, expression de valeur insensible, et qui le serait même sans la présence du facteur R sous le signe $\int$; car, $z - z_1 + r$ y vaut le quotient de R^2 par $z_1 - z + r$, en sorte que les plus grandes valeurs absolues de $\log(z - z_1 + r)$, correspondant à $z_1 > z$, n'y sont que de l'ordre de grandeur de $\log R$ et ont leur produit par dR comparable seulement à $d(R\log R)$. En posant, dans (1), $\varphi = \log(z - z_1 + r)$, on reconnaît qu'une première différentiation de ψ peut s'effectuer simplement sous le signe $\int$, vu que le dernier terme de (1) est alors la différence de deux expressions négligeables. Si l'on prend ensuite $\varphi = \frac{-(x_1 - x)}{r(z - z_1 + r)}$ en vue d'avoir $\frac{d^2\psi}{dx^2}$, on trouve successivement pour le dernier terme de (1)

$$\int_{-\infty}^{\infty}\frac{2\rho(x, y, z_1)dz_1}{r(z - z_1 + r)}\int_{-R}^{R}\sqrt{R^2 - \eta^2}\,d\eta = \pi R^2\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\rho(x, y, z_1)dz_1}{r(z - z_1 + r)}$$
$$= \pi\int_{-\infty}^{\infty}\left(1 + \frac{z_1 - z}{r}\right)\rho\,dz_1 = 2\pi\int_{z}^{\infty}\rho\,dz.$$

Par suite, il vient, non plus $\Delta_2\psi = 0$, mais

(5) $$\Delta_2\psi = 4\pi\int_{z}^{\infty}\rho\,dz.$$

» Au moyen de cette relation et de la formule $\Delta_2\Delta_2 V = -8\pi\rho$ démontrée dans la Note citée du 10 février, on reconnaît que les expressions (3) et (4) de u, v, w représentent des déplacements d'équilibre possibles de solides élastiques indéfinis, soumis par unité de volume à certaines actions exté-

rieures (X, Y, Z). Dans le cas des valeurs (4), X, Y, u, v ne tendent généralement pas vers zéro quand, x et y restant constants, $-z$ grandit sans limite; mais il en est autrement dans le cas des valeurs (3), qui correspondent à $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 8\pi\mu\rho$.

» On voit que le potentiel logarithmique ψ conduit aux intégrales du problème de l'équilibre d'élasticité, non-seulement dans le cas, auquel seul je l'avais d'abord appliqué, d'un milieu sans pesanteur, limité par le plan des xy, mais encore dans celui d'un milieu indéfini, dont la masse est sollicitée en divers endroits par des forces extérieures quelconques. Au contraire, la considération des potentiels, direct et inverse, qui s'applique immédiatement à ce dernier problème (*Comptes rendus*, p. 331, 17 février), ne pourrait donner que l'intégrale (3), non les intégrales (4), également nécessaires dans l'étude du milieu limité par un plan. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Anomalie présentée par les observations magnétiques de Paris.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« Ayant été conduit récemment à m'occuper des observations magnétiques faites dans les différents observatoires du globe, dans leur rapport avec la variation undécennale des taches solaires, j'ai été frappé par l'anomalie de la série de Paris, et il ne me paraît pas inutile de la signaler à l'attention des savants, afin qu'on puisse en étudier la cause.

» Depuis 1870-1871, dernier maximum des taches solaires et de la variation diurne de l'aiguille de déclinaison, l'amplitude de cette variation décroît partout, excepté à Paris. Qu'il nous suffise de signaler comme comparaison les données suivantes :

	Nombre		Variation diurne de la déclinaison à						
Années.	des taches.	relatif.	Munich.	Prague.	Christiania.	Milan.	Rome.	Paris.	Toulon.
1870..	305	139′,1	12′,27	11′,47	9′,95	11′,52	10′,97	′ »	12′,5
1871..	304	111,2	11,70	11,60	9,86	10,70	11,13	(9,5)	11,9
1872..	292	101,7	10,96	10,70	9,21	10,32	10,65	(9,9)	10,5
1873..	215	66,3	9,12	9,05	9,72	8,64	9,01	(9,0)	8,6
1874..	159	44,6	8,33	7,98	7,09	7,77	8,11	9,5	7,8
1875..	91	17,1	7,05	6,73	5,66	5,78	6,97	8,9	»
1876..	57	11,3	6,79	6,47	5,48	6,31	6,82	9,9	»
1877..	48	12,3	6,61	5,95	5,20	5,68	6,63	10,1	»
1878..	19	3,6	»	5,65	5,79	5,30	6,22	9,4	»

» Dans l'ancienne série de l'Observatoire, dont l'interruption dès 1832 est si fâcheuse pour la Science, et dans la nouvelle de 1860 à 1869, on constate que, dans les années de maximum, l'amplitude de la variation diurne à Paris peut s'élever jusqu'à 14' et que, dans les années de minimum, elle peut descendre au-dessous de 5'. Il semble donc qu'en 1871 elle aurait dû s'élever au moins à 12', puis décroître et arriver l'année dernière vers 5'. Au lieu de cette marche, elle semble stationnaire, et même l'année 1877, qui devrait approcher du minimum, présente un maximum. Les moyennes de 1871, 1872 et 1873, mises entre parenthèses, sont, il est vrai, insuffisantes, parce que plusieurs mois manquent dans chacune de ces trois années, mais elles ont été formées en interpolant les nombres probables indiqués par la variation mensuelle; elles ne peuvent donc s'éloigner beaucoup de ce qu'elles seraient sans ces lacunes regrettables. Du reste, voici les chiffres eux-mêmes et leur provenance:

Amplitude de l'excursion diurne de l'aiguille de déclinaison, à Paris.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyennes annuelles.
	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
1871 (¹)....	»	»	»	14,8	11,4	10,3	9,6	9,9	10,8	»	»	5,3	(9,5)
1872 (²)....	6,1	6,8	11,2	12,6	12,5	12,5	»	»	»	10,5	6,8	4,7	(9,9)
1873 (³)....	6,9	6,7	10,7	11,6	9,3	9,6	11,9	10,5	9,3	»	»	»	(9,0)

(¹) Valeurs calculées sur les maxima et minima des observations trihoraires de l'Observatoire de Paris publiées (avril à septembre) dans l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire de Paris*, 1872, p. 136. L'amplitude la plus grande s'est montrée ordinairement entre l'observation de 9 heures et celle de midi. En septembre, le minimum est arrivé à minuit. L'*Annuaire* ne contient que ces six mois. Celui de 1873 dit (p. 144) qu'il publie les moyennes horaires à partir d'octobre, mais il ne le fait pas. Décembre a été publié dans le *Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris*, n° 1, p. 32 : différence entre 3 heures du soir et minuit.

(²) Valeurs calculées sur les maxima et minima des observations trihoraires de Paris (*Bulletin mensuel*) : janvier, de 3 à 9 heures soir; février, de midi à minuit; mars, de midi à 8 heures matin; avril, de midi à 7 heures matin; mai, de midi à 7 heures matin; juin, de 3 heures soir à 7 heures matin. En juillet, les instruments magnétiques ont été transférés à Montsouris, et les observations sont suspendues.

(³) Valeurs calculées, d'octobre 1872 à septembre 1873, sur les observations trihoraires de Montsouris, publiées dans l'*Annuaire de Montsouris*, 1874, p. 90 : octobre, de midi à 7 heures matin; novembre, de midi à 9 heures soir; décembre, de midi à 9 heures soir; janvier, de 3 heures à minuit; février, de midi à minuit; mars, de midi à 7 heures matin; avril, de midi à 7 heures matin; mai, de midi à 7 heures matin; juin, de 3 heures soir à 7 heures matin; juillet, de midi à 7 heures matin; août, de midi à 9 heures soir; septembre, de midi à 9 heures soir.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyennes annuelles.
1874 (1)....	»	8′,2	10′,8	12′,9	11′,7	10′,6	11′,2	11′,2	10′,5	9′,4	7′,0	4′,5	9′,5
1875 (2)....	4,9	6,1	10,5	»	10,6	10,2	9,9	11,1	10,7	9,6	7,0	5,3	8,9
1876 (3)....	7,0	7,6	11,1	12,7	11,9	12,4	13,1	12,2	9,3	8,9	7,5	5,3	9,9
1877 (4)....	7,3	7,9	11,3	12,4	11,7	13,0	12,5	12,8	10,8	9,5	6,7	4,7	10,1
1878 (5)....	6,5	7,8	10,5	11,1	9,6	12,3	12,0	10,9	12,3	8,9	5,9	5,5	9,4
Moy. mens..	6,5	7,4	10,9	12,4	11,1	11,4	11,6	11,3	10,6	9,4	6,9	5,0	

» Malgré des lacunes regrettables, on ne peut s'empêcher de remarquer que la variation annuelle de l'amplitude ne suit pas les allures qu'elle manifeste partout ailleurs, et qu'elle a manifestées à Paris même en 1829 (max.), en 1860 (max.) et en 1867 (min.). La variation mensuelle, au contraire, ou tout au moins la différence d'amplitude entre les mois d'hiver et les mois d'été, ressort complétement des mêmes nombres. Une bonne série d'observations commencée à Toulon et malheureusement interrompue en 1875 concorde également avec les autres. Il y a donc ici une anomalie assez singulière, et d'autant plus digne d'attention, que l'étude du magnétisme terrestre acquiert de jour en jour une plus haute importance. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois thermiques et galvanométriques de l'étincelle électrique produite dans les gaz.* Note de M. É. VILLARI, présentée par M. Jamin. (Extrait.)

« J'ai construit, pour réaliser ces expériences, un thermomètre à étincelle particulier. Il se compose d'un ballon de verre, recouvert d'une couche

---

(1) Amplitude complète entre le maximum et le minimum. Valeurs horaires calculées par une formule trigonométrique sur les observations trihoraires (*Annuaire* pour 1875, p. 186) : 1 heure soir à 7 ou 8 heures matin, février à septembre; rien d'octobre à janvier 1874.

(2) Même amplitude complète (*Annuaire* pour 1876, p. 180), octobre 1874 à septembre 1875. En novembre, décembre, janvier et février, le minimum s'est présenté à 11 heures du soir. Avril manque.

(3) Même amplitude complète (*Annuaire* pour 1877, p. 194), octobre 1875 à septembre 1876. En novembre et décembre le minimum est arrivé à 10 heures du soir.

(4) Même amplitude complète. L'*Annuaire de Montsouris* cesse de publier les valeurs horaires de la déclinaison. On les trouve dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*. C'est sur ces données que l'amplitude a été calculée à partir d'octobre 1876. En janvier et décembre 1877, le minimum s'est montré à 11 heures du soir.

(5) Même amplitude complète. En décembre 1878, un minimum inférieur à celui du matin s'est montré à 10 heures du soir.

épaisse de gomme-laque et muni de quatre tubulures, deux verticales et deux horizontales. Ces dernières sont traversées par deux électrodes de laiton, terminées intérieurement par de courts fils de platine ou d'argent, ou encore par de petites boules en platine ou en laiton; extérieurement, les électrodes se terminent par des boules de laiton. A la tubulure supérieure est mastiqué un robinet qui permet d'introduire les différents gaz; enfin, à la tubulure inférieure est mastiqué un long tube de verre, qui mesure environ 3 millimètres de diamètre intérieur. Ce dernier tube est maintenu vertical et plonge par son extrémité inférieure dans un verre qui contient un mélange de glycérine et d'eau. L'appareil est enfermé dans une boîte isolante.

» Ce thermomètre était placé dans le circuit d'une batterie de dix-huit bouteilles de Leyde. Dans le même circuit se trouvaient également une bouteille électrométrique et un interrupteur mobile à main. La batterie était chargée à l'aide d'une machine de Holtz; la décharge produisait une étincelle dans le ballon; l'échauffement qui en résultait faisait descendre le niveau de la glycérine dans le tube vertical.

» J'ai d'abord cherché à comparer la quantité de chaleur développée par une étincelle et la quantité d'électricité qui produit cette étincelle. La bouteille électrométrique me servait à mesurer la quantité d'électricité fournie à la batterie. En opérant sur l'air, l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, l'acide carbonique, j'ai été conduit à la loi suivante, que j'appelle *loi des quantités:*

» Première loi. — *La chaleur développée dans les gaz par une étincelle électrique est directement proportionnelle à la quantité d'électricité qui produit cette étincelle.*

» Je me suis occupé ensuite à comparer la longueur de l'étincelle et la chaleur qu'elle développe. Je dus d'abord faire des recherches pour trouver le moyen de mesurer la quantité d'électricité mise en mouvement dans une décharge accompagnée d'étincelles de diverses longueurs.

» J'ai comparé en premier lieu les quantités d'électricité et les déviations galvanométriques. A cet effet, j'interçalais dans le circuit de la batterie un galvanomètre de Wiedemann, dont les bobines étaient formées de fil de cuivre recouvert de gutta-percha. Les déviations furent très-régulières.

» Deuxième loi. — *Les déviations galvanométriques produites par les décharges des bouteilles sont proportionnelles aux quantités d'électricité condensées.*

» Je voulus mesurer la quantité d'électricité qui formait les étincelles

de différentes longueurs produites par une même charge de la batterie. Outre le galvanomètre, j'introduisis dans le circuit de la batterie (que je chargeais toujours avec la même quantité d'électricité) un interrupteur à pointes ; je constatai la relation suivante :

» TROISIÈME LOI. — *Les déviations galvanométriques produites par une même charge des condensateurs sont constantes et indépendantes de la longueur de l'étincelle qui se produit en un point quelconque du circuit.*

» Les deux dernières lois nous conduisent à admettre une quatrième loi :

» QUATRIÈME LOI. — *Si une même quantité d'électricité amassée dans un condensateur quelconque se décharge à travers un circuit métallique, interrompu de façon à donner lieu à une étincelle, la quantité d'électricité mise en jeu dans la décharge est constante et indépendante de la longueur de l'étincelle.*

» Pour confirmer cette dernière loi, j'ai mesuré les charges qui restaient dans la batterie après qu'elle s'était déchargée en produisant des étincelles de différentes longueurs. J'évaluais les charges restantes à l'aide du galvanomètre ou en faisant usage d'une bouteille électrométrique, d'après un procédé imaginé par Riess ([1]). Conformément à ma loi, les charges restantes furent invariables et indépendantes de la longueur de l'étincelle.

» J'ai cherché alors à déterminer l'influence que la longueur de l'étincelle exerce sur la chaleur à laquelle elle donne lieu. A cet effet, j'ai rendu mobile une des électrodes du thermomètre, de façon à produire dans le ballon des étincelles de différentes longueurs.

» CINQUIÈME LOI. — *La quantité de chaleur développée dans un gaz par l'étincelle électrique croît proportionnellement à sa longueur.*

» Cette loi, analogue à celle que Riess a formulée pour les métaux traversés par la décharge électrique, nous fait énoncer deux corollaires :

» (*a*) *La température de l'étincelle électrique en ses différents points est indépendante de sa longueur.*

» (*b*) *La résistance électrique des gaz est proportionnelle à l'épaisseur de la couche gazeuse parcourue par la décharge.*

» J'ai cherché à déterminer l'influence que la surface de la batterie exerce sur l'ensemble des effets thermiques et des effets galvanométriques. J'introduisis dans le circuit de la batterie le galvanomètre et le thermomètre à étincelle. La batterie était formée d'un nombre variable de bouteilles et je lui communiquais une charge constante.

SIXIÈME LOI. — *Lorsque la charge qui produit l'étincelle reste la même,*

([1]) MASCART, *Traité d'électricité statique*, § 316.

la quantité de chaleur développée par cette étincelle est indépendante de la surface du condensateur.

SEPTIÈME LOI. — *La déviation galvanométrique produite par la décharge d'un condensateur est indépendante de sa surface* [1].

» En résumé : *Les déviations thermiques et galvanométriques produites, celles-là par l'étincelle et celles-ci par la décharge d'un condensateur, sont proportionnelles à la quantité d'électricité qui les produit et en même temps à la longueur de leurs circuits actifs* (en appelant *circuit actif* soit la longueur de l'étincelle, soit la longueur du fil du galvanomètre).

» J'ai fait beaucoup d'autres recherches; je me bornerai ici à indiquer qu'en augmentant la résistance du circuit avec des fils métalliques on remarque toujours une diminution dans le pouvoir thermique de l'étincelle; la valeur des déviations galvanométriques reste constante. En faisant éclater dans le thermomètre l'étincelle entre une pointe et un disque ou entre une pointe et une petite boule métallique, le pouvoir thermique de l'étincelle reste toujours le même, quelle que soit la direction de l'étincelle.

» Les expériences résumées par la première loi permettent d'établir, bien que d'une façon encore incertaine, la conductibilité relative des gaz. Jusqu'ici je crois pouvoir ranger les gaz à peu près dans l'ordre suivant de conductibilité décroissante : hydrogène, azote, air atmosphérique, oxygène, acide carbonique. »

PHYSIQUE. — *Pouvoir rotatoire magnétique des gaz à la température et à la pression ordinaires.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

« Depuis plusieurs années, je m'occupe de l'étude du pouvoir rotatoire magnétique des divers corps de la nature, et particulièrement des substances à l'état gazeux. Mes recherches antérieures [2], et principalement la relation simple que j'ai reconnue entre le pouvoir rotatoire magnétique des corps et leurs indices de réfraction, m'avaient donné des renseignements assez précis sur la grandeur de la rotation à observer avec les gaz, ainsi que sur le sens de cette rotation.

---

(1) Quelques mesures galvanométriques de Faraday s'accordent avec ma deuxième et ma septième loi. Voir *Experimental Researches*, t. I, p. 102, et MASCART, *loc. cit.*, t. I, p. 433.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII; 1877.

» J'ai employé, pour vérifier ces déductions, la méthode de multiplication imaginée par Faraday, et qui consiste à faire passer plusieurs fois au travers de la substance à étudier un rayon de lumière polarisée que l'on fait réfléchir sur des miroirs convenablement disposés. J'ai indiqué, l'année dernière ([1]), une première application de cette méthode à la mesure de la rotation imprimée par l'action magnétique terrestre à un rayon lumineux traversant un tube plein de sulfure de carbone liquide. Depuis cette époque, j'ai fait construire un appareil de très-grandes dimensions permettant de répéter cette dernière expérience, et je l'ai d'abord fait servir à la vérification des nombres auxquels j'étais conduit pour les pouvoirs rotatoires magnétiques des gaz. Je me suis surtout appliqué à perfectionner le système optique et à augmenter la puissance des appareils, de façon à laisser les gaz à la pression et à la température ordinaires, et à ne faire varier qu'à volonté ces éléments pour l'étude des phénomènes.

» L'appareil se compose d'un tube en cuivre de 3 mètres de long et de $0^m,12$ de diamètre intérieur, fermé par des glaces parallèles travaillées avec un soin extrême, et muni d'un manomètre mesurant la pression ou la raréfaction des gaz dans ce tube. Il est monté horizontalement sur une poutre en bois qui supporte le système optique. Six grosses bobines de $0^m,50$ de long, sur chacune desquelles est enroulé un poids de 15 kilogrammes de fil de cuivre de 3 millimètres de diamètre, peuvent se glisser autour du tube et permettent de lui faire subir l'action magnétique produite par le courant d'une pile de 66 éléments à acide azotique. Les rayons lumineux sont donnés par la chaux incandescente d'un chalumeau à gaz oxyhydrique; ils sont polarisés par un polariseur à pénombres, traversent le tube et rencontrent à chaque extrémité des miroirs plans, en verre argenté, qui par des réflexions successives leur font traverser plusieurs fois la longueur du tube; ils sont ensuite reçus sur un analyseur monté sur un cercle divisé, et muni d'une très-forte lunette. Le réglage du système optique est des plus délicats ([2]). J'ai pu obtenir un grand nombre de réflexions successives; mais, pour avoir des mesures suffisamment nettes, j'ai dû m'arrêter à la quatrième image réfléchie, qui correspond à neuf fois la longueur du tube, soit 27 mètres. La netteté et la sensibilité du polarimètre à pénombres sont alors telles,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1075; 1878.

([2]) Cet appareil a été construit avec le plus grand soin par M. J. Duboscq. Les bobines ont été disposées par M. J. Carpentier.

que l'on peut estimer une rotation de 1 minute, ce qui correspond à $\frac{1}{30000}$ de la rotation magnétique que donnerait du sulfure de carbone liquide dans le même appareil.

» Au moyen de cette disposition, on peut non-seulement manifester la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière dans les gaz à la température et à la pression ordinaires, mais encore la mesurer avec précision. Mes recherches sur les divers gaz n'étant pas encore terminées, je citerai seulement quelques résultats montrant la grandeur du phénomène observé. On a mesuré la double rotation obtenue en renversant le sens du courant dans les hélices; la rotation due aux glaces du tube était déterminée par une expérience spéciale avec le tube vide et retranchée de l'effet total observé avec le tube plein de gaz.

» Dans ces conditions, des mesures très-concordantes ont donné, par exemple, pour le gaz d'éclairage à la température et à la pression ordinaires, avec la lumière jaune, une double rotation magnétique de $+6',8$ pour 27 mètres de gaz traversé.

» Dans les mêmes conditions magnétiques, une colonne de 27 mètres de sulfure de carbone liquide donnerait une rotation dans le même sens d'environ 513 degrés pour la lumière jaune, soit 30 780 minutes. Le pouvoir rotatoire du gaz d'éclairage qui m'a servi, rapporté au sulfure de carbone, est donc, dans les conditions de l'expérience précédente, environ $+0,00022$. Ce nombre est voisin de celui auquel conduit la formule théorique $n^2(n^2-1)$, où n représente l'indice de réfraction.

» La vapeur de sulfure de carbone à la température de 20 à 25 degrés avec la force élastique maximum correspondante, a également donné des rotations très-appréciables. J'ai pu en outre, pour ce corps de même que pour le gaz d'éclairage, vérifier l'inégale rotation des plans de polarisation des rayons de diverses couleurs.

» Parmi les gaz que j'ai étudiés, l'oxygène devait particulièrement attirer l'attention. Dans les recherches que j'ai déjà rappelées plus haut, l'étude de divers composés oxygénés avait montré que l'oxygène se comporte comme doué d'un pouvoir rotatoire magnétique négatif, ce qui est le propre des substances très-magnétiques, et j'ai démontré, d'autre part (1), que les rotations négatives des plans de polarisation des rayons lumineux de diverses longueurs d'onde ne varient pas de la même manière que les rotations positives. Les expériences préliminaires faites sur l'oxy-

---

(1) Mémoire déjà cité et *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1227; 1877.

gène gazeux à la température et à la pression ordinaires ont donné lieu à des rotations assez faibles, que je ne puis indiquer avec certitude quant à présent : j'attendrai, pour publier les mesures obtenues, qu'elles soient contrôlées par un plus grand nombre de déterminations.

» Cette question exige des observations multiples assez longues, et, avant de pouvoir présenter l'ensemble de mes recherches, l'indication des résultats sommaires m'a semblé avoir assez d'intérêt pour être publiée maintenant. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire magnétique des vapeurs.* Note de M. E. BICHAT, présentée par M. Pasteur.

« En faisant agir le courant fourni par 80 grands éléments Bunsen sur un rayon de lumière polarisée traversant des vapeurs de sulfure de carbone, j'ai constaté une rotation évidente du plan de polarisation. Cette rotation était très-faible et ne dépassait pas 15 minutes. Les premières expériences qui me conduisirent au résultat que je viens d'indiquer furent faites dans le courant du mois de juillet 1878.

» L'appareil avait été construit par M. Ducretet, de Paris. Il se compose de deux tubes concentriques de $3^m,60$ de longueur. Le tube intérieur est fermé par des glaces parallèles et porte deux tubulures munies de robinets qui permettent de le mettre en communication avec l'extérieur. Dans l'espace annulaire compris entre les deux tubes, on peut faire circuler soit un courant d'eau chaude, soit un courant d'huile, soit enfin un courant de vapeur. Sur une longueur de 3 mètres, le tube porte une série de bobines recouvertes d'un fil de 3 millimètres de diamètre. L'expérience montre que, dans ces conditions, l'action du courant sur les glaces est nulle.

» Au moyen de ce même instrument, j'ai pu constater de même une action évidente du courant électrique sur la lumière polarisée traversant des vapeurs de bichlorure d'étain.

» J'ai fait plus : j'ai suivi pas à pas, depuis zéro jusqu'à la température d'ébullition, la rotation du plan de polarisation produite par un même courant agissant sur le sulfure de carbone et sur le bichlorure d'étain. J'ai constaté ainsi que le pouvoir rotatoire moléculaire se conserve tant que l'on n'arrive pas au voisinage de la température d'ébullition du liquide. A ce moment, il y a une diminution beaucoup plus rapide que celle que pouvait faire prévoir le calcul basé sur la connaissance du rapport des densités.

» J'aurais voulu, avant de publier les résultats de ces recherches, pouvoir établir d'une façon rigoureuse la relation qui existe entre le pouvoir rotatoire magnétique d'un liquide et le pouvoir rotatoire de sa vapeur. Il eût fallu, pour cela, pouvoir augmenter l'action produite par cette dernière et perfectionner en même temps les procédés de mesure. Il ne m'a pas encore été possible de le faire. J'espère cependant pouvoir bientôt surmonter les difficultés qui m'ont arrêté jusqu'à présent.

» Si je me décide à publier aujourd'hui ces résultats encore incomplets, cela tient à ce que je viens de lire dans un journal scientifique étranger [1] le récit d'expériences analogues faites à Strasbourg avec un appareil disposé comme celui que je viens de décrire. Dans ces expériences, on a constaté, sans pouvoir le mesurer, le pouvoir rotatoire magnétique des vapeurs de sulfure de carbone, de l'hydrogène sulfuré gazeux et de l'acide sulfureux gazeux.

» Il y a cependant une différence considérable, au point de vue des résultats que l'on peut obtenir par cette méthode entre l'appareil que j'emploie et celui qui a été utilisé par les physiciens allemands. Cette différence tient à la nature du tube destiné à contenir la vapeur. Le tube qui me sert est en laiton, tandis que celui qui existe à Strasbourg est en fer. Ce dernier appareil constitue donc un grand électro-aimant creux, dans l'intérieur duquel sont renfermés les gaz qu'il s'agit d'étudier.

» Pour montrer l'inconvénient qu'une pareille disposition présente, je citerai l'expérience suivante. Un tube plein de sulfure de carbone est placé entre les pôles de l'électro-aimant de Faraday; il donne une rotation de $10° 30'$. En introduisant ce même tube dans l'intérieur de l'un des deux électro-aimants creux du même appareil et en lançant dans cet électro-aimant unique tout le courant de la pile, on n'observe aucune rotation appréciable.

» Il est vrai que, lorsque le tube en fer de l'électro-aimant est plus mince, l'action n'est pas complétement annulée, mais elle est toujours considérablement diminuée. Ainsi, une bobine creuse de 20 centimètres de longueur contenant un tube plein de sulfure de carbone donne une rotation de 5 degrés. Si dans la bobine on place un tube en fer de $2^{mm},5$ d'épaisseur, la rotation n'est plus que de 1 degré.

» Ces expériences ne sont d'ailleurs qu'une confirmation de la théorie des aimants creux que M. Bertin a donnée il y a près de vingt ans déjà [2]. »

---

(1) *Annalen der Physik und Chemie*, mars 1879, t. VI, p. 332.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 90.

PHYSIQUE. — *Pressions exercées par les dépôts galvaniques.* Note de M. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« Prenons un thermomètre à réservoir cylindrique, rendons-le conducteur en y collant une feuille d'or ou en y déposant une mince couche d'argent, et employons-le comme électrode négative, dans la décomposition d'un sel de cuivre par exemple. Le dépôt métallique exerce une pression considérable sur le réservoir, car le mercure s'élève dans la tige d'autant plus que le dépôt est plus épais; et l'on ne peut invoquer, pour expliquer cette ascension, ni l'élévation locale de température, qui est insignifiante, ni une action électrique proprement dite, car l'excès du thermomètre n'a aucune relation directe avec l'intensité du courant et persiste intégralement après sa suppression. Il dépend exclusivement de la quantité *métallique* plus ou moins parfaite du dépôt et pourra probablement en fournir la mesure indirecte. Les dépôts très-cristallins ou grossièrement grenus exercent une compression insignifiante. Quand on dissout le métal dans un acide, le thermomètre redevient normal.

» M. Mills (1), qui a découvert avant moi, et sans que j'en eusse connaissance quand j'ai entrepris ce travail, le fait de la contraction des thermomètres, avait annoncé que le cuivre, l'argent, le fer et le nickel contractent, que le cadmium et le zinc dilatent les réservoirs sur lesquels ils s'appliquent. J'ai trouvé que tous les métaux, y compris le zinc, n'agissent jamais que par pression; mais cette pression n'est pas nécessairement normale ni la même en tous les points, et ne peut servir *directement* de mesure au phénomène : elle est le résultat d'un changement de volume que subit le métal en se déposant. Je me bornerai à établir ce point, réservant pour une Note ultérieure toutes les particularités que j'ai observées.

» Imaginons qu'un cylindre M, de rayon extérieur R et de longueur indéfinie, se recouvre d'une couche solide régulière dont le rayon extérieur est R'. Elle éprouve un retrait dont la grandeur serait une fraction a de son volume intérieur, si le cylindre M ne résistait pas; mais, comme il résiste, une pression normale P se développe en tous les points de la couche de contact, agissant de l'extérieur vers l'intérieur sur le cylindre, de l'intérieur vers l'extérieur sur le dépôt. On démontre aisément la formule

$$(1)\qquad P = \frac{a}{m + \frac{1}{3}\left(\frac{8R^2}{R'^2 - R^2} + 5\right)k},$$

(1) *Proceedings of the Royal Society of London*, t. XXVI, p. 504.

dans laquelle m représente la diminution de l'unité de volume extérieur du cylindre sous une pression extérieure égale à l'unité, k le coefficient de compressibilité du métal.

» 1° Si le dépôt est produit par un courant d'intensité constante distribué uniformément sur toute la surface du cylindre, le poids de cuivre déposé sur l'unité de longueur a pour expression, en désignant par D la densité du cuivre, par p une constante,

$$pt = \pi(R'^2 - R^2)D, \tag{2}$$

d'où

$$P = \frac{\frac{a}{m + \frac{5}{3}k}t}{t + \frac{8}{3}\frac{k}{m + \frac{5}{3}k}\frac{\pi D}{p}R^2} = \frac{At}{t + B}. \tag{3}$$

J'ai vérifié que non-seulement mes expériences, mais encore celles de M. Mills, sont représentées très-exactement par des formules empiriques de cette forme.

» 2° La limite A vers laquelle tend la pression pour un dépôt d'épaisseur indéfinie est indépendante de R, mais il n'en est pas de même de B : la pression s'approche d'autant plus rapidement de sa limite que le rayon R est plus petit. L'expérience montre, en effet, que la contraction d'un thermomètre presque linéaire est très-rapide, tandis que je n'ai observé qu'une contraction insignifiante sur un gros thermomètre à alcool de 3 centimètres de diamètre, bien qu'il fût muni d'une tige extrêmement capillaire.

» Un thermomètre de section elliptique très-aplatie sera soumis à des pressions croissant rapidement aux extrémités du grand axe de l'ellipse où la courbure est considérable, et sa section se rapprochera de la forme circulaire ; le mercure baissera dans la tige, tandis qu'il monterait si le même thermomètre était comprimé dans un piézomètre.

» 3° J'ai fait construire par M. Alvergniat des thermomètres cylindriques à réservoir très-allongé, de rayons intérieur et extérieur connus, et renflés à l'origine de la tige de manière à pouvoir s'adapter, à la place du réservoir à gaz, dans l'appareil construit par M. Ducretet pour les expériences de M. Cailletet. Après avoir déterminé expérimentalement leur compressibilité intérieure, d'où j'ai déduit par le calcul leur compressibilité extérieure m, je les ai soumis au cuivrage au centre d'un élément Daniell de même hauteur que le réservoir. Observant ensuite d'heure en heure leur excès, j'ai pu déterminer empiriquement les coefficients A et B de la for-

mule (3) et en déduire k. La moyenne de quinze séries d'expériences, effectuées avec trois thermomètres différents, a donné :

Thermomètre 1	$k=$ 0,0000012179
» 2	0,0000012245
» 3	0,0000012360
Moyenne	0,0000012351

M. Regnault trouva directement pour le cuivre rouge écroui

$$k = 0,000001317.$$

» 4° La diminution de volume a varié entre des limites beaucoup plus larges que k. La plus forte valeur que j'aie calculé est $a = 0,000865$. En admettant ce nombre, la plus grande pression qui pourrait être développée par un dépôt de cuivre sur un cylindre absolument résistant ($m = 0$) serait voisine de 350 atmosphères. Par le fait, je n'ai pas encore observé de pressions supérieures à 100 ou 110 atmosphères.

» Je poursuis ces recherches, pour lesquelles M. Jamin a bien voulu mettre à ma disposition toutes les ressources de son laboratoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcalis du grenadier.* Note de M. CH. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« 1. En poursuivant mes recherches sur l'écorce de grenadier, j'ai reconnu que la pelletiérine s'y trouve accompagnée de trois autres alcalis volatils. C'est l'étude de l'un d'eux, avec la méthode qui permet d'isoler les quatre alcalis du grenadier, que je demande à l'Académie la permission de lui exposer aujourd'hui.

» 2. Si après l'avoir mélangée à un lait de chaux on traite par l'eau la poudre d'écorce de grenadier, puis qu'on agite les liqueurs avec du chloroforme et ce dernier avec un acide étendu employé en quantité strictement suffisante, on obtient une solution qui, selon la provenance de l'écorce, est soit lévogyre, soit dextrogyre, soit même inactive, ce qui indique qu'on a affaire à un mélange d'alcaloïdes à pouvoir rotatoire différent et en proportions variées. Pour les séparer, on agite leur solution saline avec un excès de bicarbonate de soude et l'on sature d'acide carbonique (1). On agite alors avec du chloroforme, puis celui-ci est à son

(1) On évite ainsi la formation de carbonate de soude qui se produirait par la décomposition partielle du bicarbonate, décomposition que les recherches de M. Berthelot sur l'état des sels à acides faibles en solution aqueuse ont fait connaître.

tour agité avec de l'acide sulfurique étendu. Or, cette dernière liqueur est dextrogyre; elle contient, à l'état de sulfates, un alcali liquide dextrogyre et un alcali solide inactif. En répétant le même traitement sur la liqueur primitive, mais en employant cette fois la soude caustique, on obtient une solution lévogyre. Celle-ci est mise à évaporer sur l'acide sulfurique; puis, quand le résidu est à peu près sec, on l'abandonne à l'air, étalé sur des doubles de papier brouillard. Comme cette masse cristalline est très-hygrométrique, le papier est bientôt pénétré du sulfate incristallisable et déliquescent d'un alcaloïde liquide inactif, tandis que les cristaux blancs qui restent constituent le sulfate d'un alcaloïde liquide lévogyre. Ce sulfate possède un pouvoir rotatoire de $[\alpha_j] = -30°$.

» Ainsi, il y a dans le grenadier deux alcaloïdes qui sont déplacés de leurs sels par le bicarbonate de soude et deux qui ne le sont pas. Des deux premiers l'un est liquide et dextrogyre, l'autre cristallisé et inactif; des deux derniers, qui sont liquides, l'un est inactif, l'autre lévogyre.

» Le lévogyre domine dans les tiges, le dextrogyre dans les racines.

» 3. *Préparation de l'alcali cristallisé.* — On traite l'écorce de grenadier comme il a été dit plus haut, puis on décompose par un alcali la solution dextrogyre et l'on agite avec du chloroforme. Celui-ci, par évaporation, abandonne l'alcali cristallisé souillé de l'alcali liquide qui l'accompagnait. On n'a plus qu'à le purifier par expression et plusieurs cristallisations dans le chloroforme ou l'éther. On en retire par kilogramme d'écorces sèches de $0^{gr},30$ à $0^{gr},60$.

» 4. *Composition.* — Obtenus par évaporation de leur solution aqueuse, les cristaux de ce corps contiennent 4 équivalents d'eau, qu'ils perdent en s'effleurissant dans un air sec. Leur composition est représentée par la formule

$$C^{18}H^{15}AzO^{2}, 4HO.$$

» En prenant les précautions nécessitées par la légère volatilité de l'alcali, j'ai trouvé, pour la perte de poids des cristaux sur l'acide sulfurique, 19,20 pour 100. Le calcul indique 19,047. Les analyses de l'alcali ont conduit aux résultats suivants [1] :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{18}H^{15}AzO^{2}$.
C	70,39	70,52
H	9,64	9,80
Az	9,19	9,15
O	10,78	10.53
	100,00	100,00

[1] Elles ont été faites dans le laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France, avec l'obligeant concours de M. Villiers.

» Le chloroplatinate a été analysé après avoir été desséché à 110 degrés. La formule $C^{18}H^{15}AzO^2, HCl, Cl^2Pt$ exige 27,437 pour 100 de platine : on a trouvé 27,57 et 27,49.

» 5. *Propriétés physiques.* — Les cristaux de l'alcali hydraté sont des prismes droits qui atteignent jusqu'à 2 centimètres de longueur. Quand on le chauffe, il perd son eau de cristallisation et fond à 46 degrés; il peut ensuite être amené à 37 degrés sans se solidifier. Il bout à 246 degrés. Il est déjà odorant et légèrement volatil à froid.

» Il est très-soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'eau (2, 5 parties à 10 degrés), l'éther (9 parties à 10 degrés). Le chloroforme l'enlève presque entièrement à sa solution aqueuse; mais avec l'éther il s'établit un partage tel, que pour poids égaux de ces deux dissolvants l'eau contient 0,9 d'alcali et l'éther 0,1. Il est sans action sur la lumière polarisée.

» 6. *Propriétés chimiques et sels.* — La réaction de cet alcaloïde est fortement alcaline. C'est une base énergique qui déplace même l'ammoniaque de ses sels. Elle ne précipite pas les sels de magnésie, mais elle précipite l'alumine (du sulfate), la baryte et la chaux. Un excès d'alcali ne redissout pas les précipités, pas plus que ceux qu'elle forme dans les solutions des métaux proprement dits.

» Il donne toutes les réactions des alcaloïdes, et, comme la pelletiérine, avec l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, il produit une coloration verte très-intense.

» Les sels de cet alcali sont cristallisés. Le chlorhydrate cristallise en rhomboèdres; il est anhydre et a pour formule

$$C^{18}H^{15}AzO^2, HCl;$$

il se dissout dans son poids d'eau à 10 degrés. Le sulfate a pour formule

$$C^{18}H^{15}AzO^2, HO, SO^3, 4HO;$$

à l'étuve ou sur l'acide sulfurique il perd 4HO; il est soluble dans moins de deux fois son poids d'eau à 10 degrés. Le chloroplatinate cristallise en fines aiguilles d'un jaune rougeâtre; il a pour formule

$$C^{18}H^{15}AzO^2, HCl, Cl^2Pt.$$

» Quant au nom à donner à cet alcali, je crois devoir le réserver jusqu'à ce que j'aie terminé l'étude de ceux qui l'accompagnent dans le grenadier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la formation de l'acide carbonique, de l'alcool et de l'acide acétique par la levûre seule, à l'abri de l'oxygène et sous l'influence de ce gaz.* Note de M. A. **Béchamp**.

« Dans une précédente Note, j'ai étudié la fermentation alcoolique accomplie dans l'oxygène. D'autre part, j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'insister sur le fait que la levûre, toute seule, sans le concours du sucre, était capable de produire l'acide carbonique, l'alcool et l'acide acétique, trois termes nécessaires de toute fermentation alcoolique. Il m'a paru intéressant d'examiner de plus près les circonstances de cette production et de rechercher quelle influence, favorable ou perturbatrice, l'oxygène pouvait exercer sur le phénomène. J'ai fait trois séries d'expériences : dans la première, la levûre, délayée dans l'eau, était absolument soustraite à l'air; dans la deuxième, la levûre, en pâte, était abandonnée à elle-même, dans l'air et dans une enceinte créosotée dans la troisième, la levûre, délayée dans l'eau, était soumise à l'influence du courant d'une batterie de Bunsen. Dans chaque expérience, pour éliminer les produits adhérents, la levûre était lavée à grande eau par décantation, puis sur les filtres où elle devait s'égoutter. Aussitôt égouttée suffisamment, elle était mise en expérience, après s'être assuré de sa pureté et avoir déterminé sa teneur en matière sèche.

» *Première série.* — La levûre, délayée dans deux ou trois fois son poids d'eau, bouillie et refroidie dans un courant d'acide carbonique, était introduite dans un appareil à fermentation spécial, pendant qu'on y faisait passer un courant d'acide carbonique jusqu'à ce que tout l'air eût été expulsé. L'appareil était placé dans une enceinte dont la température était maintenue entre 25 et 30 degrés. Toujours on constate un dégagement régulier d'acide carbonique, pur au début, mêlé d'azote à la fin. On laissait continuer l'expérience plus ou moins longtemps. Voici les résultats d'une de ces expériences. 1100 grammes de levûre (17 pour 100 de matière sèche) ont réagi pendant six jours. Alors on a jeté sur des filtres et recueilli 3 litres de liqueur. Par des distillations et rectifications sur du carbonate de soude, on arrive à déterminer l'alcool et l'acide acétique. Trouvé : alcool absolu, 7 centimètres cubes ; acide acétique, $0^{gr},306$; et pour 100 de levûre sèche : alcool absolu, $3^{cc},7$; acide acétique, $0^{gr},163$.

» *Deuxième série.* — La levûre, égouttée, est abandonnée à l'air dans une enceinte créosotée, à la température du climat de Montpellier, pendant les mois de novembre et d'octobre. Elle se boursoufle d'abord en dégageant de l'acide carbonique, puis la masse s'affaisse et se fluidifie. Alors on jette

sur des filtres et l'on recueille la liqueur qui s'écoule. Cette liqueur étant distillée fournit l'alcool et l'acide acétique. 558 grammes de levûre (116 grammes de matière sèche), du 16 novembre au 4 décembre, ont fourni :

Levûre égouttée sur les filtres	292^{gr}
Liquide écoulé....................	263
	555

Le liquide écoulé, distillé et convenablement rectifié, a fourni : alcool absolu, $12^{cc},6$; acide acétique, $1^{gr},76$; soit, pour 100 de matière sèche : alcool, $10^{cc},8$; acide acétique, $1^{gr},5$.

» C'est donc un fait constant : la levûre toute seule, absolument pure, dégage de l'acide carbonique en produisant de l'alcool et de l'acide acétique, qu'elle soit délayée dans l'eau ou non, à l'abri ou au contact de l'air.

» *Troisième série.* — Voici, avec quelques détails, une de ces expériences. 100 grammes de levûre (17 grammes de matière sèche) sont introduits avec 250 centimètres cubes d'eau dans un vase cylindrique de façon que la levûre, en se déposant, formât une colonne d'une hauteur suffisante. Les électrodes de platine, terminées par des lames de même métal, sont disposées de manière à être constamment plongées au milieu de la masse de levûre. L'appareil étant hermétiquement mastiqué, on y fait passer un courant prolongé d'acide carbonique pour en expulser tout l'air ; le gaz étant totalement absorbable, on interrompt le courant et l'on ferme le tube qui amène l'acide carbonique. Tout étant prêt, le courant de huit couples de Bunsen est dirigé à travers la levûre. On laisse perdre le gaz des vingt-quatre premières heures, lequel contenait déjà de l'hydrogène. L'expérience, comme on le voit, était disposée, non pour l'acide carbonique, mais pour bien constater l'absorption de l'oxygène. Je note seulement que, du commencement à la fin, le gaz dégagé contenait de l'acide carbonique; le troisième jour, alors qu'on pouvait supposer expulsé celui qu'on avait laissé dans l'appareil, il en contenait 35 pour 100 et, à la fin, 6 à 7 pour 100. L'acide carbonique du gaz dégagé étant absorbé, on fait l'analyse eudiométrique de la portion non absorbable. Voici les résultats en centièmes de quatre analyses :

	Troisième jour.	Quatrième jour.	Cinquième jour.	Septième jour.
Hydrogène........	66,1	73,67	72,20	73,90
Oxygène.........	10,1	19,80	22,80	23,70
Azote............	23,8	6,53	5,00	2,40 (1)
	100,0	100,00	100,00	100,00

(1) Le fait du dégagement d'azote est à noter ; je ne veux pas en tirer de conséquences

» Le fait de l'absorption de l'oxygène est évident; mais on aurait une idée inexacte de la marche du phénomène par l'inspection de ce Tableau. En effet, la quantité de gaz dégagé n'est pas la même, pour le même temps, pendant toute la durée de l'expérience. Sans doute parce que le milieu devient plus conducteur, le volume du gaz dégagé augmente assez rapidement, jusqu'à être double le troisième jour et triple le cinquième. Si donc la quantité d'oxygène non absorbé augmente, c'est que le dégagement est trop rapide. Quoi qu'il en soit, durant l'expérience, qui a duré huit jours, il a été recueilli 5390 centimètres cubes de gaz non absorbable contenant en moyenne 70 pour 100 d'hydrogène, soit 3710 centimètres cubes qui équivalent à 1855 centimètres cubes d'oxygène. En admettant que le tiers de cet oxygène ait été absorbé, on voit que près de 1 gramme de ce corps a agi sur la matière des 17 grammes de la levûre employée.

» Durant cette action, la levûre, outre l'acide carbonique, l'alcool et l'acide acétique, a excrété :

Matières organiques fixes	3,690
Matières minérales	0,984
	4,674

soit 27,5 pour 100 de sa substance supposée sèche.

» Les produits volatils contenaient $0^{gr},18$ d'alcool et $0^{gr},108$ d'acide acétique, soit, pour 100 de matière sèche : alcool, $1^{gr},06$; acide acétique, $0^{gr},63$.

» Dans une autre expérience, avec un autre échantillon de levûre, on a obtenu, pour 100 de matière sèche : $2^{gr},76$ d'alcool, $1^{gr},42$ d'acide acétique et $11^{gr},9$ de produits fixes.

» On pourrait objecter que l'alcool provient du milieu d'où elle a été tirée. Il n'en est rien. Des dosages directs prouvent que la levûre la mieux lavée contient toujours de l'alcool (puisqu'elle en produit sans cesse), mais en faible quantité. Je citerai une expérience de contrôle. 250 grammes de levûre récemment lavée et distillée en masse, aussitôt après le lavage, fournissent au maximum $0^{gr},2$ d'alcool, c'est-à-dire $0^{gr},5$ pour 100 de matière supposée sèche. D'ailleurs, dans les opérations qui précèdent, on n'a distillé que le liquide séparé des globules par le filtre, et l'on peut admettre que les globules en retiennent, après les opérations, autant qu'ils en contenaient auparavant, ce que j'établirai dans mon Mémoire. »

---

quant à présent ; le fait est trop capital pour ne pas mériter d'être constaté de nouveau ; je note seulement que, à un moment donné, la levûre en dégage dans les expériences de la première série : peut-être s'en dégage-t-il même dans la fermentation alcoolique normale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un verglas observé en Floride.* (Extrait d'une Lettre de M. **Collin**, de New-York, à M. Jamin.)

« Dans le voisinage d'Arlington, en Floride, le froid fut très-vif, et, le soir du 4 janvier, la pluie se mit à tomber et continua jusqu'au lendemain soir. Pas de neige ni de grêle; rien qu'une pluie glaciale. C'était une singulière anomalie que de voir en Floride une forêt couverte de glace d'un blanc argenté. Le spectacle que les pins et les palmiers offraient était remarquablement beau. Les jeunes palmiers et des groupes entiers de palmiers nains étaient couchés à terre; les branches se cassaient; les oranges étaient littéralement glacées comme chez les confiseurs. En résumé, les phénomènes étaient les mêmes que ceux qu'on a observés en France; et, comme en général les grands mouvements atmosphériques se transportent à travers l'Atlantique, il est possible que ce soit le même verglas qui a été observé en Floride le 4 janvier et vingt jours après à Fontainebleau. »

M. **Desboves** adresse une Note intitulée « Sur la résolution en nombres entiers de l'équation $aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 + fX^3Y + gXY^3 = cZ^2$. »

M. **Antonio Espina y Capo** adresse à l'Académie une copie d'un article intitulé : « Claudio Bernard, su influencia, su metodo y sus obras ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, en l'absence de M. Milne Edwards, présente, par l'organe de M. de Quatrefages, la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de M. *Paul Gervais* :

En première ligne	M. **Alph.-Milne Edwards.**
En deuxième ligne	M. **Dareste.**
En troisième ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*	M. **Pouchet.** M. **Sappey.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mars 1879.

(suite.)

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters; vol. III, 1875-1876. Madison, Wis. Bolens, 1876; in-8°.

Bulletin of the United States geological and geographical survey of the territories; vol. IV, number 3. Washington, Government Printing Office, 1878; in-8°.

Flora Batava. Afbeelding en beschrijving van nederlandsche Gewassen. Aangevangen door wijlen Jan Kops, voortgesez door F.-W. Van Eiden; 239-240 aflevering. Leyden, de Breuk et Smits, sans date; 2 livr. in-4°.

Annuario della Societa meteorologica italiana, redatto dal Prof. D. Ragona; vol. I. Roma, Torino, Firenze, 1878; in-8° relié.

Notizie botaniche relative alle provincie meridionali d'Italia pel 1878. Nota del Soc. ord. G.-A. Pasquale. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratto dal *Rendiconti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli.*) [Présenté par M. Decaisne.]

Anales de la Oficina meteorologica argentina, por su director B.-A. Gould; t. I: *Clima de Buenos Aires.* Buenos Aires, impr. de Pablo e Coni, 1878; in-4°. (Deux exemplaires.)

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mars 1879.

L'éclairage électrique; par M. le comte Th. du Moncel. Paris, Hachette et Cie, 1879; in-12.

Jean Fernel, d'Amiens. Le meilleur traitement du mal vénérien, 1759. Traduction, Préface et Notes, par M. L. Le Pileur. Paris, G. Masson, 1879; in-12.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; 2e série, t. II, octobre et novembre 1878. Paris, Gauthier-Villars, 1878; 2 livr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Université catholique de Lyon. Organisation du Service de la Zoologie à la Faculté des Sciences; par M. A.-L. DONNADIEU. Paris, J. Leclère, 1879; in-8°.

Enquête sur la situation du vignoble de l'Hérault en 1878; *par* M. le Dr F. CAZALIS. Montpellier, impr. Hamelin frères, 1879; in-8°. (Extrait du *Messager agricole du Midi.*)

Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux; 1re année, n° 1, mars 1879. Bordeaux, Duthu, 1879; in-8°.

Note sur l'étude des orages accompagnés de grêle et de phénomènes électriques; par M. D. COLLADON. Sans lieu ni date; opusc. in-8°. (Extrait des *Actes de la* 60e *session de la Soc. helv. des Sc. nat.*)

Le Conseil d'État et les recours pour excès de pouvoir; par M. L. AUCOC. Paris, A. Quantin, 1879; in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux-Mondes.*)

Catalogue des Diatomées de l'île Ceylan; par M. G. LEUDUGER-FORTMOREL. Saint-Brieuc, F. Guyon, 1879; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Desmazières 1879.)

Catalogue des Diatomées marines de la baie de Saint-Brieuc et du littoral des Côtes-du-Nord; par M. G. LEUDUGER-FORTMOREL. Paris, impr. Martinet, 1879; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Desmazières 1879.)

Influence of the Moon's phases on the temperature of the air at Batavia; by P.-A. BERGSMA. Amsterdam, Van der Post, 1878; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 mars 1879.)

Page 673, ligne 35, *au lieu de* géométrique, *lisez* géogénique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les iodures des stannpropyles.* Note de M. A. Cahours.

« Dans une Note que j'ai publiée il y a six ans, dans ces *Comptes rendus* (t. LXXVI), sur de nouveaux dérivés du propyle, j'ai fait connaître l'iodure d'un composé résultant de l'union de ce radical avec l'étain, dont j'avais réalisé la formation en faisant agir l'iodure de propyle soit sur l'étain métallique réduit en feuilles très-minces, soit sur un alliage de ce métal avec le sodium renfermant 5 à 6 pour 100 de ce dernier. Dans ce cas, on obtient facilement l'iodure organo-métallique en laissant les matières en contact pendant quatre ou cinq jours et chauffant les tubes qui les renferment à la température du bain-marie pendant environ sept à huit heures par jour.

» Le produit qui prend naissance dans ces circonstances présentant, après purification, tous les caractères physiques de l'iodure de sesquistannéthyle, j'en avais conclu bien à tort, ainsi que je le reconnais aujourd'hui, que c'était de l'*iodure de sesquistannpropyle* qui s'était formé, malgré l'excès d'iode que m'avait donné l'analyse, excès que je supposais devoir

provenir d'un diiodure de distannpropyle qui devait affecter, suivant moi, l'état solide et y exister à l'état de mélange.

» Néanmoins des doutes s'étaient élevés à plusieurs reprises dans mon esprit; aussi ai-je cru devoir récemment reprendre cette étude et examiner avec beaucoup de soin le produit de la réaction, qui m'avait paru parfaitement uniforme.

» J'ai constaté que l'addition d'une solution aqueuse d'ammoniaque à ce produit en séparait une substance amorphe qui, purifiée par des lavages répétés, présentait tous les caractères de l'oxyde de distannéthyle. Il se dissout facilement à chaud dans l'acide chlorhydrique, en engendrant un chlorure très-nettement cristallisé. En remplaçant l'ammoniaque par la potasse caustique et soumettant le mélange, placé dans une cornue, à l'action de la chaleur, il se condense dans le récipient annexé à la cornue une petite quantité d'un produit liquide qui cristallise par le refroidissement, tandis qu'il reste dans cette dernière une proportion beaucoup plus considérable d'une substance amorphe soluble dans l'acide chlorhydrique et donnant naissance au chlorure cristallisé dont j'ai parlé précédemment. L'iodure liquide est donc un mélange de *diiodure de distannpropyle* et d'*iodure de tristannpropyle*, qu'on peut séparer très-incomplétement en mettant à part le premier et le dernier produit de la rectification de cet iodure.

» En vue de me procurer l'iodure de tristannpropyle à l'état de pureté, j'ai fait agir l'iodure de propyle sur un alliage d'étain plus riche en métal alcalin que celui que j'avais employé précédemment, renfermant par exemple 10 pour 100 de ce dernier, que j'avais préalablement réduit en poudre grossière. Dès que les matières se trouvent en contact, il se produit une réaction énergique accompagnée d'un fort dégagement de chaleur, et l'on obtient, après une chauffe de quelques heures, au réfrigérant ascendant, une masse solide de couleur brune imprégnée d'un liquide de même couleur. En épuisant le contenu des matras par l'éther, chauffant le liquide au bain-marie pour chasser ce dernier et distillant le résidu, j'ai recueilli un liquide, bouillant pour la plus grande partie entre 262 et 264 degrés, qui consiste presque exclusivement en *iodure de tristannpropyle*. La potasse, en agissant sur ce dernier, le décompose entièrement à la distillation, et bientôt il se dégage des vapeurs épaisses se condensant en un produit liquide qui se solidifie par le refroidissement en une masse formée de beaux prismes, à odeur très-forte, que l'acide chlorhydrique transforme dans le chlorure correspondant, lequel se présente sous la forme d'une

huile pesante et fluide complétement incolore et douée d'une odeur très-irritante. Cet oxyde, qui présente la plus parfaite ressemblance avec l'oxyde de tristannéthyle, forme avec les acides acétique, formique et sulfurique des sels très-nettement cristallisés.

» Dans l'action réciproque de l'iodure de propyle et des alliages de l'étain avec le sodium, renfermant 5 à 6 pour 100 de ce dernier, il se forme donc, ainsi qu'on l'observe dans le cas des iodures de méthyle et d'éthyle, un diiodure de distannpropyle et un monoiodure de tristannpropyle très-difficiles à séparer l'un de l'autre, en raison de l'état liquide qu'ils affectent tous deux et des différences très-faibles qu'ils présentent dans leur température d'ébullition.

» Chose assez remarquable, tandis que le diiodure de distannéthyle présente une fusibilité moindre que celle du diiodure de distannméthyle, ce qui conduirait à conclure que le diiodure de distannpropyle devrait avoir un point de fusion encore plus élevé, c'est précisément l'inverse que l'on observe, le diiodure de distannpropyle, liquide à la température moyenne de 10 degrés, conservant encore cet état à la température de $-20°$. Autre résultat dont il est également difficile de donner d'explication plausible : tandis que le diiodure de distannpropyle est liquide, le chlorure correspondant est solide et ne fond que vers 80 degrés.

» Je m'empresse de publier cette Note, afin de rectifier moi-même l'erreur que j'avais commise en me basant sur des analogies qui se trouvent ici complétement en défaut, ainsi qu'il n'arrive que trop souvent.

» Engagé de nouveau dans cette voie, j'ai cru devoir reprendre l'étude des composés *organométalliques* de l'étain, qu'il me sera facile de poursuivre avec le précieux concours de mon élève et ami M. E. Demarcay, bien connu de tous les chimistes. Nous aurons l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie les premiers résultats des recherches que nous sommes en train d entreprendre sur ce sujet, et que nous nous proposons de poursuivre activement. »

OPTIQUE. — *Sur les pirouettes complémentaires;* par M. E. Chevreul.

« Ayant terminé mon opuscule *Sur la vision des couleurs,* c'est avec satisfaction que je m'empresse, avant les vacances de Pâques, de donner à l'Académie une idée d'un des résultats les plus inattendus de mes recherches. En effet, qui pouvait croire qu'en étudiant toutes les phases du mouvement

de rotation d'un cercle dont une des moitiés diamétrales est d'une *couleur a* et l'autre moitié blanche, avec une vitesse de rotation n'excédant pas 160 tours et ne s'abaissant pas au-dessous de 60 tours par minute, la complémentaire *c* de *a* apparaîtrait sur la moitié blanche ?

» L'Académie peut s'assurer du fait en imprimant cette vitesse à ce véritable *joujou*, qui consiste en un cercle de carton de 12 centimètres de diamètre, percé d'un trou central qui reçoit un petit bouchon que traverse une aiguille à tricoter n° 8.

» Je rendrai l'Académie témoin, dans une prochaine séance, qu'il suffit d'une douzaine de *toupies complémentaires*, semblables à celle qu'elle a sous les yeux, pour s'assurer si des personnes de tout âge voient d'une manière précise les couleurs ou si elles en sont incapables. Évidemment un moyen aussi simple qu'économique de faire cette distinction est trouvé. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Conséquences des expériences faites pour imiter les cassures terrestres, en ce qui concerne divers caractères des formes extérieures du sol.* Note de M. **Daubrée.**

« L'influence fondamentale que la constitution géologique exerce sur les formes extérieures du sol se manifeste partout, avec plus ou moins d'évidence, soit que l'on considère les grandes masses dans l'ensemble de leur agencement, soit qu'on examine chaque roche dans ses détails. Sans les lumières apportées par la Géologie, il est impossible de comprendre les contours et le relief des continents, non plus que leurs caractères topographiques.

» Mais, si les différences que les massifs de roches présentent dans leur nature minéralogique, ainsi que dans leur juxtaposition originaire, ont une large part dans la physionomie de chaque contrée, les actions que ces roches ont subies *postérieurement* à leur formation jouent un rôle non moins important. Ces actions postérieures, quoique de nature complexe, peuvent se résumer en *cassures* et en *érosions*.

» Partout se manifeste la puissance avec laquelle les agents de la surface, tels que les courants d'eau, les glaciers ou les neiges, ont autrefois exercé leurs démolitions. Dans les chaînes de montagnes, aussi bien que dans les régions de collines ou de plaines, il n'est pas une vallée, pas une proéminence isolée, qui ne présente des traces d'érosions.

» Sans être aussi apparentes au premier coup d'œil, les cassures de

divers ordres ou *lithoclases* (¹) qui traversent de toutes parts les roches constitutives de l'écorce terrestre ne contribuent pas moins à déterminer le caractère et, pour ainsi dire, le style particulier des formes extérieures du sol dans les divers pays.

» Déjà Descartes, après avoir conçu la grande idée que la Terre est un Soleil éteint et encroûté à sa surface, en avait conclu, par une intuition qui est le caractère du génie, que les voussoirs de la croûte terrestre, en jouant les uns par rapport aux autres, ont dû y produire des aspérités.

» Des observations positives ont en effet appris, depuis la fin du siècle dernier, à la suite de Hutton, de Saussure, de Léopold de Buch, d'Élie de Beaumont et d'autres géologues, que l'écorce de notre globe présente d'innombrables lignes de fractures, auxquelles se coordonne son relief.

» En ce qui concerne les failles proprement dites ou *paraclases*, l'influence qu'elles peuvent exercer sur le modelé général du sol est bien connue, et le géologue les reconnaît fréquemment aux anomalies qu'elles causent dans diverses aspérités.

» Mais, lors même que les lithoclases n'ont produit aucun rejet, c'est-à-dire lorsqu'elles n'appartiennent pas à la catégorie des failles proprement dites ou *paraclases*, les cassures des roches ou *diaclases* paraissent avoir joué un rôle très-important dans le modelé du sol.

» D'abord, on peut constater le fait sur de petites dimensions et sur des roches diverses, en étudiant les saillies qu'elles forment fréquemment. C'est ainsi qu'on rencontre, à chaque pas, dans le grès des Vosges, des rochers isolés en forme de parallélépipèdes et de corniches escarpées simulant des châteaux forts. On peut se convaincre du même fait en examinant les mers de rochers (*Felsenmeer*), qui se rencontrent dans des roches très-cohérentes et de natures diverses, ou l'état fragmentaire et ruiné de beaucoup de hautes cimes.

» L'influence topographique des diaclases se manifeste très-souvent sur une échelle beaucoup plus grande. Plus on étudie, sur des cartes exactes, le dessin général des vallées et le relief du sol, plus on y reconnaît de toutes parts, même dans les pays où les couches sont restées à peu près horizontales, de nombreux traits rectilignes, parallèles et souvent coudés. Or, ce caractère, sur lequel l'un de nos plus savants topographes, M. le colonel du génie Goulier, a appelé l'attention, se montre très-fréquemment en rapport avec les diaclases.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 679.

» Parmi les exemples qui font ressortir cette corrélation, je mentionnerai les couches crétacées d'une partie du nord de la France, que recouvrent des dépôts tertiaires. En examinant attentivement une carte bien faite, particulièrement la Carte hydrographique du Dépôt des fortifications, si habilement dessinée par M. le commandant Prudent, on voit que sur les vallées principales s'embranchent un grand nombre de vallons, également rectilignes et parallèles entre eux. Ainsi, dans la région voisine du littoral de la Manche, on distingue, comme cassures principales, celles qui ont donné naissance à une série de vallées parallèles dirigées E.-S.-E. à O.-N.-O., de même que la faille orientale du pays de Bray. Ce sont, à partir du nord, la Canche, l'Authie, la Somme, la Bresle, l'Yères, l'Aulne et la Béthune. Sur ces vallées parallèles s'embranchent de nombreux vallons, dont beaucoup sont également parallèles et se dirigent à peu près O.-S.-O. à E.-N.-E., sans être toutefois perpendiculaires aux premières : exemple, les vallées de la Canche et de la Ternoise, à Hesdin (Pas-de-Calais), dont l'angle est d'environ 80 degrés. L'orientation moyenne de ces derniers vallons s'accorde avec la direction générale de la falaise, entre les embouchures de la Somme et de l'Arques.

» D'un autre côté, on a vu, dans une Communication récente (¹), comment les escarpements abrupts des falaises se prêtent à l'étude de l'orientation des cassures de toutes sortes, qui en divisent les couches. D'après l'étude détaillée que j'en ai faite, les diaclases *principales* sont soumises à des relations de parallélisme et se répartissent, comme on l'a vu, suivant deux directions prédominantes N. 50° E. et N. 127° E. Or, ces deux directions principales sont également celles qui prédominent dans les vallées et les vallons de la région voisine, même dans les localités où l'on ne connaît pas de failles.

» Une autre démonstration, non moins claire, de l'influence des joints sur les érosions du sol, est fournie par les grands escarpements mêmes des falaises. Ceux-ci ne correspondent pas à des failles, comme pourrait le faire supposer leur forme abrupte, mais à de simples diaclases; car les couches qui en forment la base se continuent, sans rejet, vers la plage qui est à leur pied et qui se montre à nu à marée basse.

» C'est encore aux intersections successives de ces systèmes de diaclases que sont dues ces séries d'angles saillants et rentrants, que l'on observe souvent dans la falaise, par exemple entre Tréport et Mesnil-Val, et qui, à

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 677.

distance, rappellent des redans de fortifications. Souvent aussi les diaclases produisent une sorte de placage, parallèle à la face principale de la falaise.

» Des actions contemporaines, exercées sur les mêmes falaises, contribuent à faire comprendre l'influence des diaclases sur les érosions. Un peu au-dessus du niveau de la mer, dans les parties battues par les vagues, on observe, en effet, des grottes ou couloirs, dont les parois sont planes et ressemblent à des entrées de galeries de mines de grande dimension; elles résultent d'érosions, alignées suivant les parois des diaclases.

» Ailleurs, c'est sur la plage même que l'on observe des sillons dus à une cause analogue. Ces érosions à peu près rectangulaires, considérées du haut de la falaise, rappellent, comme en miniature, d'une part les érosions qui ont formé les vallées et les vallons, d'autre part les poches alignées où se sont souvent déposés, dans diverses localités, mais sous des actions émanant de la profondeur, les minerais de fer pisolithiques et d'autres minerais métalliques.

» Sans sortir du sol de la France, on trouverait des exemples sans nombre de l'influence des diaclases sur la configuration d'un pays.

» Or l'expérimentation fournit des données qui paraissent éclairer vivement la cause de ces divers traits topographiques.

» Dans les expériences sur les fractures, on a, en effet, produit des séries de cassures parallèles, qui se groupent en systèmes, ayant des orientations différentes, souvent à peu près perpendiculaires entre elles. On y voit aussi des formes coudées ou en zigzag prendre naissance par l'intersection de deux de ces systèmes de cassures. Ce sont donc des dispositions fort analogues à celles que les formes externes offrent si fréquemment.

» Il importe de faire ici deux observations sur ce rapprochement. D'une part, les diaclases n'ont été mises à nu que partiellement, c'est-à-dire sur une faible partie de leurs affleurements. D'autre part, de même que nous l'avons rappelé pour les failles, les agents érosifs ont imprimé leurs caractères propres et leurs sinuosités caractéristiques aux régions sur lesquelles ils ont exercé leurs attaques, et on peut le comprendre de la manière suivante : dès que certaines rigoles ont été excavées, ces rigoles sont devenues des artères principales qui ont attiré vers elles les eaux, qui devaient les creuser bien davantage encore, en obéissant alors à des lois tout autres que celles qui avaient présidé aux cassures. Ce second effet de décapement, souvent même tout à fait prédominant, a fait disparaître le caractère originel des cassures. Pour ce double motif, le caractère des cassures se montre d'une manière fort incomplète et souvent trompeuse. Cependant, çà et là

ce caractère se manifeste d'une manière significative. Quoique souvent très-délicats et en faible minorité, au point de pouvoir rester inaperçus, ces traits géométriques témoignent de l'influence des cassures.

» C'est ainsi que peuvent s'expliquer divers types de formes extérieures extrêmement répandus, que des actions érosives des eaux, aussi énergiques qu'on puisse le supposer, ne sauraient expliquer, et qui se rencontrent aussi bien dans les terrains stratifiés dont les couches sont restées horizontales que dans les régions disloquées.

» Telles sont les séries de traits parallèles qui se répètent de toutes parts, en se groupant sous plusieurs orientations distinctes, quelques-uns ne s'accusant souvent que par de simples amorces.

» A ce système réticulé se rattachent les coudes brusques, souvent rectangulaires, et les configurations polygonales que l'on observe dans une foule de vallées. Le dessin de ces vallées, considéré horizontalement, offre une succession de formes, en zigzag ou en crémaillère, qu'il n'est pas toujours facile de distinguer des formes sinusoïdales que les cours d'eau ont excavées, sur les alluvions mobiles qui en constituent le fond. Les formes coudées ont d'ailleurs leurs analogues dans les chaînes de montagnes, où l'on a depuis longtemps remarqué la disposition à peu près orthogonale des vallées, les unes longitudinales, les autres transversales ou formant des *cluses*, ainsi que des coudes, tels que celui du Rhône à Martigny.

» Souvent encore plusieurs vallées discontinues s'alignent suivant une même droite, réapparaissant successivement; malgré les proéminences intermédiaires qui séparent ces diverses vallées, elles se présentent comme diverses parties d'une même cassure rectiligne, qui a été partiellement échancrée.

» Quelque puissamment que les érosions aient agi dans leur creusement, elles n'ont pu ébaucher le premier dessin de ces différents types de formes. Comme on le voit, de telles configurations sont les analogues des réseaux de cassures sans rejet, qui sont la conséquence des expériences précitées, cassures qui servent de cortége à des cassures avec rejet, bien moins nombreuses que les premières et dues également à un glissement moléculaire.

» A cause de leur grand nombre, les joints ou diaclases ont contribué puissamment aux érosions, rivalisant ainsi avec les failles ou paraclases, dont elles dépassent même souvent l'importance dans le modelé.

» Dans les cassures obtenues par pression, on a vu que les fentes et les gerçures se multiplient, suivant certains alignements, de manière à isoler de nombreuses pièces prismatiques; les parties ainsi désagrégées seraient

dans des conditions particulièrement favorables à une démolition. C'est encore un résultat expérimental qu'il convient de rapprocher des faits naturels qui viennent d'être exposés.

» Quand on étudie la constitution d'une contrée, surtout si cette contrée est montagneuse, on s'applique habituellement à en rechercher et à en coordonner les saillies principales, telles que les lignes de faîte. Cependant les proéminences qui devaient exister originellement ont, en général, été fortement ébréchées ou même entièrement démolies.

» Dans les Alpes et ailleurs, les hautes cimes et les principales aspérités qui restent ne représentent que des lambeaux restreints du massif primitif; ce sont de véritables ruines éparses, qui résultent de démolitions irrégulières et comme accidentelles. Aussi l'intelligence de la structure de la contrée ne trouve-t-elle pas moins de lumière dans la recherche des lignes *intérieures* de fractures, paraclases et diaclases, qui sont, il est vrai, bien moins apparentes, mais qui n'ont pas subi les mêmes causes de destruction.

» L'énorme puissance avec laquelle les eaux courantes, les neiges et les glaciers ont agi sur de vastes régions des continents, particulièrement pendant la période dite quaternaire, est incontestable; son énergie est une cause d'étonnement. Cela explique sans doute pourquoi on en a si souvent exagéré les effets. Mais les cassures produites à la suite des déformations du sol avaient préparé les érosions considérables et leur avaient frayé une voie; elles avaient ébauché, en désagrégeant les roches, la maquette du modelé actuel. Pour l'observateur attentif, la disposition première de ces cassures, quoique altérée par l'effet de tels élargissements, ne se décèle pas moins au dehors. Ces caractères attestent la priorité et l'action en quelque sorte *directrice* des cassures qui sillonnent le sous-sol. Partout, même dans les pays où les couches ont conservé leur horizontalité, les formes extérieures offrent le reflet d'innombrables cassures internes, qui s'y répercutent en dessins significatifs.

» Ainsi, il est incontestable que des traits orographiques de divers ordres trouvent une reproduction assez fidèle dans les cassures que l'on a obtenues artificiellement, par une action mécanique des plus simples, pression ou torsion, telle qu'il s'en est nécessairement produit, de toutes parts, dans l'écorce terrestre. D'ailleurs, dans les unes comme dans les autres, dans la nature comme dans les expériences, à côté d'une tendance manifeste à des formes similaires d'une régularité géométrique apparaissent des perturbations de même nature. Aussi l'expérimentation paraît-elle jeter

quelque lumière non-seulement sur l'histoire des failles et des joints, mais aussi sur différents caractères topographiques et géographiques. »

M. de Lesseps fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée: « Association internationale africaine, section française. Entretien de M. Ferdinand de Lesseps, président élu de la section française. » L'auteur s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une Notice sur le but que se propose le comité français de l'Association internationale africaine. J'ai compris dans cette Notice : 1° une des conférences que j'ai faites sur ce sujet au Trocadéro pendant l'Exposition universelle de 1878; 2° le Catalogue des produits exposés, d'où il résulte que l'exportation annuelle de ces produits, qui proviennent de territoires formant tout au plus le sixième du continent africain, s'élève à 850 millions de francs.

» Enfin la Notice se termine par un exposé des conditions de l'Association internationale fondée par S. M. le roi des Belges et contient cette conclusion :

« C'est un noble exemple que voudront suivre tous les Français. Une nation riche et généreuse comme la nôtre ne se laissera pas devancer par les autres dans une voie aussi féconde. Le Gouvernement lui-même ne pourra pas se désintéresser d'une question aussi grave. Il n'est donc pas douteux que le comité français ne reçoive son appui, et certainement le concours pécuniaire de la législature, qui sera invoqué par d'éloquents orateurs, ne lui fera pas défaut pour établir les premières stations scientifiques et hospitalières françaises dans la région des lacs équatoriaux. »

» Le vœu que j'exprimais sur le concours du Gouvernement vient d'être réalisé, car M. le Ministre de l'Instruction publique, d'accord avec le comité français de l'Association internationale, prépare un projet de loi qui sera présenté prochainement aux Chambres.

» J'ai pensé que cette Communication pourrait intéresser l'Académie, dont plusieurs des Membres les plus éminents font partie de notre Association africaine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui doit remplir, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, la place laissée vacante par le décès de M. *Gervais*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Alphonse-Milne Edwards	obtient. . . .	49	suffrages.
M. Dareste	»	6	»

M. **Alphonse-Milne Edwards**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Damour*, élu Académicien libre.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Abich	obtient.	27	suffrages.
M. James Hall	»	13	»
M. Favre	»	9	»

M. **Abich**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. le marquis *de Vibraye*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Lawes	obtient.	40	suffrages.
M. Mac-Cormick	»	4	»

M. **Lawes**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences physiques. — Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Ch. Robin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph.-Milne Edwards et Hébert.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés en France.

MM. Hébert, Milne Edwards, de Quatrefages, Daubrée et Delesse réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Robin.

Prix extraordinaire de six mille francs : MM. l'amiral Pâris, Dupuy de Lôme, l'amiral Jurien de la Gravière, l'amiral Mouchez et le général Morin réunissent la maorité des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Rolland.

Prix Poncelet : MM. Chasles, Bertrand, Phillips, Rolland et Resal réunissent la majoritédes suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Hermite et O. Bonnet.

Prix Montyon (Mécanique) : MM. le général Morin, Phillips, Tresca, Rolland et Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Saint-Venant et Breguet.

Prix Plumey : MM. Dupuy de Lôme, Rolland, Phillips, Tresca et Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Lalanne.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse de l'action physiologique des sulfates de magnésie et de soude.* Note de M. **Arm. Moreau.**

« La présence dans l'intestin d'une solution de sulfate de soude ou de magnésie provoque l'afflux des liquides dans la cavité intestinale. En outre, une partie de ces sels passe dans la circulation et a été retrouvée dans les urines. J'ai ajouté à la solution purgative $0^{gr},5$ de cyanure jaune de potassium et de fer, en l'ingérant dans le même moment ou immédiatement après, et j'ai retrouvé dans l'urine le cyanure. Tout ceci est d'accord avec les notions acquises; je passe donc au récit d'une expérience, dont le résultat inattendu mérite, je crois, d'être communiqué, et je fais remarquer que le cyanure cité est très-facilement absorbé par la muqueuse de l'intestin et est éliminé par les reins par une sorte d'action élective.

» L'expérience consiste à attendre quelque temps après que l'ingestion du sel de magnésie est faite et à placer alors dans l'intestin le cyanure jaune pour servir de témoin de l'absorption.

» Voici comment j'opère. Sur un chien à jeun, j'amène à travers une incision faite à la ligne blanche une anse d'intestin que je ferme par deux liens de caoutchouc. A l'aide d'un trocart fin, j'injecte dans cette anse 15 à 20 centimètres cubes d'une solution de sulfate de magnésie à 20 pour 100, puis je remets avec soin l'intestin en place; la plaie est fermée, et j'attends qu'une heure soit écoulée. Alors j'attire de nouveau, vers la plaie que je rouvre, l'anse intestinale, et j'y injecte $0^{gr},5$ de cyanure jaune dissous dans 5 centimètres cubes d'eau. L'anse est remise en place, la plaie refermée de nouveau et le chien rendu libre. J'attends alors une heure, deux heures, trois heures avant de sacrifier le chien par la section du bulbe. L'urine n'a point cessé pendant ce temps de se produire. Elle est recueillie et examinée avec les réactifs du cyanure, le protochlorure de fer, le sulfate de cuivre, mais elle ne donne point de traces de cyanure.

» En même temps que la sécrétion urinaire se continue, l'anse reçoit des quantités croissantes de liquide, quantités qui peuvent atteindre dix et vingt fois celle du liquide ingéré.

» J'ai obtenu les mêmes résultats en variant l'expérience de plusieurs

manières ; en laissant, par exemple, entre l'injection du sel de magnésie et celle du cyanure s'écouler un temps d'une heure, de trois heures et même de vingt-deux heures. Si l'on prolongeait l'expérience pendant un temps considérable, par exemple au delà d'une journée, d'autres phénomènes se manifesteraient. J'en écarte la description, afin d'insister sur ce point, savoir que dans les conditions que j'ai décrites la sécrétion et l'exhalation des liquides à la surface de l'intestin se produisent sans s'accompagner d'aucune absorption manifeste, et que ce n'est que pendant un temps relativement court que les phénomènes d'absorption peuvent être constatés.

» Les expériences que j'ai communiquées à l'Académie dans mon dernier Mémoire (t. LXXXVII, p. 630) ont montré l'influence du système nerveux sur les phénomèmes d'absorption et de formation du gaz oxygène dans la vessie natatoire. C'est en voulant apprécier cette même influence nerveuse dans l'absorption et la formation des liquides de l'intestin que j'ai été conduit à faire l'expérience précédente. Elle montre que l'on ne doit pas conserver l'assimilation faite entre les phénomènes provoqués par la présence de certaines solutions salines dans l'intestin et les phénomènes que l'on a étudiés en dehors de l'animal vivant à l'aide d'endosmomètres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. DE LAFITTE soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Essai sur une conduite rationnelle des traitements au sulfure de carbone ».

L'auteur étudie géométriquement, avec l'autorité que lui donne une longue pratique de la Viticulture, les questions relatives à la distribution des trous dans l'emploi du sulfure de carbone.

Sur la proposition de M. Dumas, ce Mémoire sera adressé à la Commission supérieure du Phylloxera.

Mme GRUNHOLZER adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. TAURINES soumet au jugement de l'Académie deux Mémoires intitulés, le premier : « Sur le développement des fonctions elliptiques en

séries suivant les puissances du module », et le second : « Expériences faites en 1853 sur les ressorts en arc de cercle soumis à des efforts de traction pour servir à la vérification de la théorie ».

(Commissaires : MM. Bonnet, de Saint-Venant, Phillips.)

M. H. **Boens** adresse, pour le Concours du prix Bréant, une Brochure accompagnée d'une Note manuscrite sur un moyen de guérir le choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. H. **Hacdicke** adresse, de Kiel, un complément de ses « Recherches sur le point d'application des forces de poussée ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Bonnet, Puiseux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret qui autorise l'Institut de France à accepter la donation faite par Mme Vve *Jean Reynaud* aux cinq Académies.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Catalogue des vignes américaines cultivées dans les collections de l'École d'Agriculture de Montpellier.

M. **Lawrence Smith**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Leçons sur la Géométrie, par *A. Clebsch*, recueillies et complétées par *F. Lindemann*, traduites par *A. Benoist*. Tome Ier : Traité des sections coniques et introduction à la théorie des formes algébriques » ;

2° Un Ouvrage de M. *de Tilly*, intitulé « Essai sur les principes fondamentaux de la Géométrie et de la Mécanique » ;

3° Une Brochure de M. *V. Dwelshauvers-Dery*, portant pour titre : « Les découvertes récentes concernant la machine à vapeur ». (Extrait de la *Revue universelle des Mines.*)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation d'une espèce particulière de séries.* Note de M. D. **André**, présentée par M. Hermite.

« L'objet de la présente Note est de faire connaître la somme de toutes les séries convergentes dont le terme général U_n présente la forme définie par l'égalité

$$U_n = \frac{p(p+1)(p+2)\ldots(p+n-1)}{1.2.3\ldots n} u_n x^n,$$

dans laquelle je désigne par n un entier quelconque non négatif, par p un nombre quelconque, positif ou négatif, mais non pas entier, et par u_n le terme général d'une série récurrente proprement dite quelconque.

» Les séries de cette espèce jouissent toutes de cette propriété remarquable de pouvoir être sommées, sous forme finie, à l'aide de fonctions algébriques rationnelles, et d'expressions irrationnelles de la forme $(1 - ax)^p$.

» J'ai effectué cette sommation d'une manière générale, par une méthode fort simple, dont l'exposition fait l'objet d'un Mémoire que je viens d'achever, et dont le point de départ consiste dans ce fait bien connu, savoir que, si l'on désigne par a une racine quelconque de l'équation génératrice de la série récurrente dont u_n est le terme général, par α le degré de multiplicité de cette racine, par $\xi_a(n)$ un certain polynôme entier en n et du degré $\alpha - 1$, on a identiquement, en étendant le Σ ci-dessous à toutes les racines de l'équation génératrice,

$$u_n = \Sigma \xi_a(n) a^n.$$

» Le résultat que j'ai obtenu peut se résumer de la manière suivante.

» Si l'on considère l'égalité

$$\xi_a(n) = A_0 + A_1 n + A^2 n_2 + \ldots + A_{\alpha-1} n^{\alpha-1},$$

qui est donnée par hypothèse, que l'on pose

$$Q_{a,h} = \frac{p(p+1)\ldots(p+h-1)}{1.2\ldots h}(A_h \Delta^h O^h + A_{h+1}\Delta^h O^{h+1} + \ldots + A_{\alpha-1}\Delta^h O^{\alpha-1}),$$

et enfin que l'on désigne la somme cherchée par S, cette inconnue S est donnée par la formule générale

$$S = \sum \sum_{h}^{\alpha-1}{}_{0} Q_{\alpha,h} a^h x^h (1 - ax)^{-p-h},$$

dans laquelle le premier Σ s'étend encore à toutes les racines de l'équation génératrice.

» Cette formule résout complétement le problème que je m'étais proposé; elle donne, sous forme finie, l'expression de la somme cherchée, et l'on voit que cette expression se compose uniquement, comme je l'avais annoncé, de fonctions algébriques rationnelles et d'irrationnelles de la forme $(1 - ax)^p$.

» Il est évident que cette formule permet de sommer beaucoup de séries dont le terme général, sans être absolument de la forme donnée, peut se ramener à cette forme. Elle permet aussi, comme on le sait, de sommer toutes les séries qu'on obtient en prenant, dans la proposée, les termes dont les rangs forment une progression arithmétique quelconque. »

MÉCANIQUE. — *Des déplacements que produit, à l'intérieur d'un sol élastique, une pression normale exercée en un point de sa surface.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Les équations d'équilibre d'un sol élastique supportant diverses charges admettent des intégrales *simples* de trois formes différentes, que j'ai données dans une Note du 20 mai 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1260). Si l'on adopte pour plan des xy la surface horizontale du sol, pour axe des z une verticale convenablement choisie, dirigée vers le bas, et si l'on appelle r la droite menée de l'origine au point quelconque (x, y, z), c une constante arbitraire infiniment petite, ces trois formes d'intégrales sont respectivement

$$(1) \quad u = -c\frac{d^2 r}{dx\,dz}, \qquad v = -c\frac{d^2 r}{dy\,dz}, \qquad w = -c\frac{d^2 r}{dz^2} + \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\frac{2c}{r},$$

$$(2) \quad u = c\frac{d}{dx}\log(z + r), \quad v = c\frac{d}{dy}\log(z + r), \quad w = c\frac{d}{dz}\log(z + r),$$

$$(3) \quad u = -c\frac{d}{dy}\log(z + r), \quad v = c\frac{d}{dx}\log(z + r), \quad w = 0.$$

» Elles représentent de petits déplacements, exactement pareils tout

autour de l'axe des z, et qui, pour les deux premières formes, se font dans les plans méridiens menés suivant cet axe, tandis qu'ils ont lieu suivant les cercles parallèles, perpendiculairement aux plans méridiens, pour la troisième.

» La forme (1) conviendrait aussi dans le cas d'un milieu indéfini en un point duquel serait appliquée une force verticale : une Note récente [1] a fait connaître les lois qu'elle exprime. Le déplacement horizontal et le déplacement vertical y ont dans tout plan méridien, celui des zx par exemple, les valeurs $u = \frac{c}{2r}\sin 2\alpha$, $w = \frac{c}{2r}\left(\frac{3\lambda + 7\mu}{\lambda + \mu} + \cos 2\alpha\right)$, α désignant l'angle fait par le rayon r avec les z positifs. *A la surface du sol*, c'est-à-dire pour $\alpha = 90^\circ$, *le déplacement est exclusivement vertical.*

» Passons à la forme (2). Les déplacements, dans le plan méridien des zx, s'y font normalement aux courbes $r + z =$ une constante positive, courbes qui, vu leur équation $r = \text{const.} - z$, représentent des paraboles ayant pour foyer l'origine et pour directrices les horizontales $z = \text{const.}$ La tangente à ces paraboles étant, en chaque point, bissectrice de l'angle que fait le rayon r prolongé avec une verticale dirigée en haut, leurs trajectoires orthogonales seront les paraboles $r - z = \text{const.}$, qui ont même foyer et même axe vertical, mais dont la concavité est de sens contraire, vers le bas, ou dont la tangente est bissectrice d'un angle adjacent du précédent. Par suite, *des couches minces, découpées suivant des paraboloïdes de révolution à axe vertical ayant pour foyer l'origine et concaves vers le bas, conservent leur forme et leur position : la matière qui les compose glisse seulement sur leur surface, en s'abaissant d'une quantité w égale au quotient de c par r.* Le déplacement horizontal et le déplacement vertical sont $u = \frac{c}{r}\tan\frac{\alpha}{2}$, $w = \frac{c}{r}$. Deux éléments rectilignes pris à partir d'un même point sur les deux paraboles $r \mp z = \text{const.}$, en allant dans les sens pour lesquels r grandit, éprouvent respectivement les dilatations $-\frac{c}{r^2}\left(1 + \frac{1}{2}\tan^2\frac{\alpha}{2}\right)$, $\frac{c}{2r^2}$, et leur

[1] *Comptes rendus*, p. 375; 24 février 1879. Je profite de l'occasion pour rectifier un calcul accessoire contenu dans cette Note. En évaluant le déplacement du centre de gravité d'une couche sphérique, j'ai supposé nulle, par mégarde, la valeur moyenne de $\cos 2\alpha$ aux divers points d'un fuseau où α varie de zéro à π : cette moyenne est $-\frac{1}{3}$, car il faut, par l'introduction du facteur $\sin\alpha$, tenir compte des variations de la largeur d'un bout à l'autre du fuseau. Il n'y a d'ailleurs à changer, dans le résultat, qu'un coefficient numérique.

angle croît de $\frac{c}{r^2}$ tang $\frac{\alpha}{2}$. La dilatation cubique est nulle. *A la surface du sol, les deux composantes horizontale et verticale du déplacement ont même valeur.*

» Enfin, dans la troisième forme (3), *où les déplacements sont exclusivement horizontaux*, chaque molécule effectue autour de l'axe des z une petite rotation, égale au quotient de c par $r^2(1 + \cos\alpha)$: le déplacement absolu vaut l'expression précédente de u.

» J'ai montré, à la Note citée du 20 mai 1878, que la solution du cas important où le sol ne supporte qu'une charge verticale élémentaire dP, appliquée au point choisi pour origine, s'obtient en ajoutant les intégrales (1) et (2), respectivement multipliées par 1 et par $\frac{-\mu}{\lambda+\mu}$, puis en posant $c = \frac{dP}{4\pi\mu}$. Il vient, dans le plan méridien des zx,

$$(4)\quad \begin{cases} u = \dfrac{dP}{8\pi\mu r}\left(\sin 2\alpha - \dfrac{2\mu}{\lambda+\mu}\operatorname{tang}\dfrac{\alpha}{2}\right) = \dfrac{dP}{4\pi\mu r}\left(\cos^2\alpha + \cos\alpha - \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\right)\operatorname{tang}\dfrac{\alpha}{2}, \\ w = \dfrac{dP}{8\pi\mu r}\left(\dfrac{3\lambda+5\mu}{\lambda+\mu} + \cos 2\alpha\right) = \dfrac{dP}{4\pi\mu r}\left(\dfrac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu} + \cos^2\alpha\right). \end{cases}$$

Le déplacement vertical w est partout positif et diminue quand α croît de zéro à 90 degrés; le déplacement horizontal u, positif pour les petites valeurs de α, négatif pour les grandes, s'annule sur le cône qui a pour équation

$$\cos\alpha = -\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{\mu}{\lambda+\mu}}.$$

A la surface du sol, les cercles concentriques entourant le point pressé s'enfoncent de $\frac{\lambda+2\mu}{4\pi\mu(\lambda+\mu)}\,\frac{dP}{r}$, et leur rayon décroît en même temps de la fraction $\frac{\mu}{\lambda+2\mu}$ de cet enfoncement. »

PHYSIQUE. — *Foyer de la chaleur produite par les chocs moléculaires.* Note de M. W. Crookes, présentée par M. du Moncel.

« En continuant mes recherches sur l'illumination des lignes de pression moléculaire et sur la trajectoire des molécules, j'ai fait construire un ap-

pareil à l'aide duquel une grande chaleur se produit quand le foyer concentré des rayons qui sont émis d'une coupe d'aluminium, de forme à peu près hémisphérique, est dévié latéralement par un aimant sur les parois du tube de verre. En se servant d'un hémisphère un peu plus grand et en faisant tomber le foyer négatif sur une lame de platine, la chaleur s'élève jusqu au point de fusion de ce métal.

» Quel est l'état dans lequel existe la matière dans ces receptacles si fortement épuisés? L'idée moderne de l'état gazéiforme se base sur la supposition qu'un espace donné contient des millions de millions de molécules en mouvement rapide dans toutes les directions, chacune d'elles ayant des millions de rencontres dans une seconde. Dans ce cas, la longueur moyenne de la marche libre des molécules est très-petite en comparaison des dimensions du vase, et l'on peut observer les propriétés qui constituent l'état ordinaire gazéiforme de la matière et qui dépendent des collisions perpétuelles. Mais, quand la raréfaction est très-grande, la marche libre devient tellement prolongée, que les rencontres qui arrivent dans une période donnée peuvent être négligées en comparaison des non-rencontres; dans ces conditions, la molécule moyenne peut obéir à ses propres lois sans intervention. Si la marche libre moyenne est comparable aux dimensions du vase, les propriétés qui constituent la gazéité se réduisent à un minimum, et la matière se trouve portée à une condition *ultra-gazéiforme*, dans laquelle les propriétés bien marquées, mais qui ont été cachées jusqu'à présent, se mettent en jeu.

» En parlant d'un rayon de lumière moléculaire, j'ai été animé du désir de m'exprimer avec concision plutôt que du désir de mettre en avant une nouvelle théorie. Je crois, toutefois, que la comparaison, dans ces circonstances spéciales, est strictement correcte; je suis aussi bien dans mon droit en parlant d'un *rayon de lumière moléculaire ou émissive*, lorsque sa présence est seulement reconnue par la lumière émise quand il tombe sur un écran convenable, que de parler d'un rayon de soleil dans une chambre obscure, un *rayon de lumière ordinaire ou vibratoire*, quand sa présence est seulement reconnue lorsqu'il tombe sur un corps opaque qui se trouve dans la direction de sa marche. Dans chaque cas, la ligne de force invisible est considérée comme un rayon de lumière, et, si l'habitude permet que cette expression s'applique à la théorie ondulatoire, on peut sans inconvénient appliquer la même expression à la lumière émissive. L'expression *lumière émissive*, cependant, doit être restreinte aux rayons

compris entre le pôle négatif et l'écran lumineux, la lumière à l'aide de laquelle l'œil aperçoit l'écran étant ondulatoire.

» Les phénomènes qui se produisent dans ces tubes épuisés révèlent à la science physique un nouveau monde, un monde où la matière existe dans une quatrième condition, où la théorie corpusculaire tient bon, où la lumière ne marche pas toujours en ligne droite, un monde enfin où nous ne pouvons jamais entrer et dans lequel nous sommes contraints de nous contenter d'observer et d'expérimenter de l'extérieur. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Réponse à la Note de M.* Flammarion *sur la déclinaison de l'aiguille aimantée.* Note de M. **Marié-Davy.**

« Dans une Note présentée à l'Institut, séance du 31 mars dernier, M. Flammarion compare les variations de la déclinaison magnétique à Paris avec celles que l'on observe dans quelques-uns des observatoires météorologiques de l'Europe, et, comme il paraît résulter de ses nombres que l'aiguille aimantée ne présente pas à Paris les allures qu'elle manifesterait partout ailleurs, il se demande quelle peut être la raison de cette singulière anomalie.

» Cette raison me paraît résider simplement dans la dissemblance des méthodes employées dans le calcul des moyennes groupées dans les Tableaux de M. Flammarion.

» A l'étranger, on est quelquefois dans l'usage d'enlever des moyennes tous les nombres qui, d'après une convention adoptée, sont considérés comme le résultat d'une perturbation magnétique. Sans vouloir critiquer en rien cette méthode, nous préférerions, en l'absence d'enregistreurs qui ne fonctionnent que depuis un petit nombre de mois, donner les moyennes sans aucune élimination, laissant aux météorologistes le soin d'effectuer celles qu'ils jugent convenables à leurs recherches.

» L'élimination des perturbations conventionnellement définies change les heures et la valeur des maxima et minima. M. Flammarion prend l'écart de ces extrêmes à quelque période du jour qu'ils résultent des moyennes de Paris. Les écarts ainsi obtenus ne sont pas comparables à ceux de Munich, de Prague et autres lieux. Nous arrivons à de tout autres résultats que M. Flammarion si nous prenons des heures fixes, 3 heures du soir

et minuit, dans nos observations directes, même en ne leur faisant subir aucune élimination. C'est ce qui résulte du Tableau suivant :

Écarts moyens entre les déclinaisons de 3 heures du soir et de minuit.

	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.
Janvier	′ »	4′,7	4′,8	2′,0	3′,1
Février	»	5,6	5,4	4,3	4,7
Mars	»	7,8	7,9	6,6	»
Avril	»	8,8	7,9	7,4	»
Mai	»	7,7	7,4	4,6	»
Juin	6,4	8,3	8,7	7,6	»
Juillet	6,6	8,5	8,5	6,8	»
Août	6,6	7,0	7,7	7,3	»
Septembre	7,2	4,9	5,6	6,6	»
Octobre	5,6	8,5	5,0	5,0	»
Novembre	4,0	4,5	2,8	3,7	»
Décembre	3,2	3,5	2,6	3,0	»
Année	»	6,3	6,2	5,4	»
Sept mois, de juin à décembre	5,7	5,9	5,8	5,7	»
Huit mois, de septembre à avril	»	5,5	5,3	4,8	»

» Sans vouloir établir de comparaison entre des nombres obtenus par des méthodes différentes, les uns avec élimination, les autres sans élimination des perturbations, nous pouvons rapprocher nos écarts moyens de ceux que donne M. Flammarion pour les observatoires des pays étrangers :

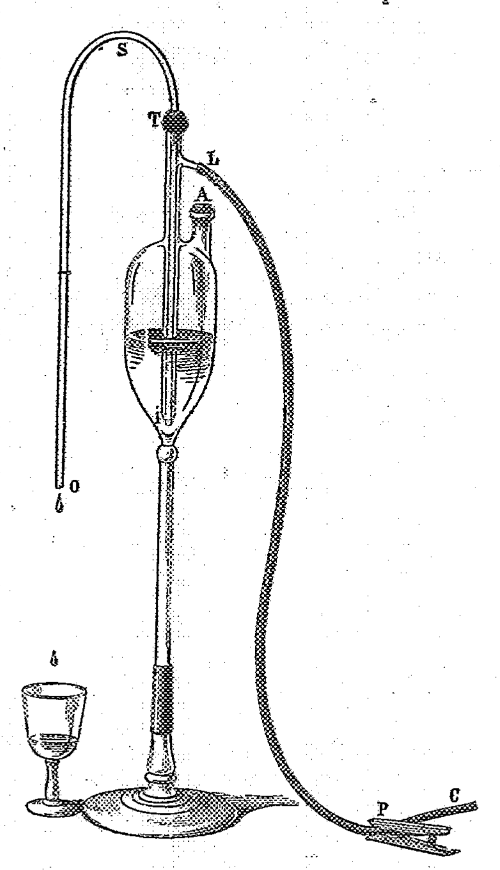
	1876.	1877.	1878.
Munich	6′,8	6′,6	′ »
Prague	6,5	6,0	5,7
Christiania	5,5	5,2	5,8
Milan	6,3	5,7	5,3
Rome	6,8	6,6	6,
Paris	6,3	6,2	5,4

» Mais le mieux serait encore de ne comparer que des nombres calculés d'après le même procédé. Nous n'admettons dans nos moyennes aucune hypothèse; mais nos nombres bruts sont à la disposition de M. Flammarion comme de tout météorologiste. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le gravivolumètre* [1]. Note de M. A. Houzeau.

« Le gravivolumètre est employé dans une méthode d'analyse qui permet d'effectuer certains dosages dont la volumétrie ordinaire ne fournit pas la solution. C'est grâce à lui qu'il m'est possible de déterminer avec une exactitude suffisante et en moins de vingt-cinq minutes les sulfates contenus dans les eaux, en opérant seulement sur 10 centimètres cubes de liquide naturel, sans concentration préalable. Il me sert également aujourd'hui à doser rapidement l'acide sulfurique libre mélangé à d'autres acides minéraux et à déterminer le soufre des pyrites.

» Le gravivolumètre consiste, comme le représente la figure ci-jointe,



en une sorte de flacon tubulé, en verre soufflé, supporté par un pied. La

(1) M. Salleron construit très-bien cet instrument.

tubulure principale T se prolonge dans l'intérieur du flacon jusqu'à environ 1 centimètre du fond. Dans cette tubulure passe, à travers un bouchon, un tube non capillaire ISO qui fait office de siphon. La tubulure A par laquelle on introduit les liqueurs titrées étant fermée, il suffit, pour amorcer le siphon, de souffler par l'extrémité C du tube de caoutchouc CL; l'air, entrant par la tubulure latérale et oblique L du tube T, comprime le liquide et l'oblige à s'élever dans le siphon ISO. Le tube de caoutchouc, étant toujours pris entre les mâchoires d'une pince en bois P, demeure toujours fermé et s'oppose à la chute du liquide à l'orifice O. Pour faire écouler ce dernier, il suffit de presser sur la pince à ressort P; l'air rentre et le liquide tombe goutte à goutte. Une fois qu'on l'a réglé, le gravivolumètre donne invariablement des gouttes d'eau qui ont toujours, à 15 degrés, un poids exact de $0^{gr},050$; quel que soit l'opérateur qui le manie, dix gouttes représentent $0^{gr},500$ et vingt gouttes 1 gramme, à 1 ou 2 milligrammes près.

» Les causes (telles que le tremblement de la main, la différence de niveau du liquide, etc.) qui ont empêché les compte-gouttes de pénétrer dans les laboratoires, parce qu'ils n'ont jamais été des instruments de mesure offrant toute la sécurité désirable, sont supprimées dans le gravivolumètre. L'instrument fonctionne toujours régulièrement et peut servir aussi bien pour les liquides troubles que pour les liqueurs limpides, puisqu'il n'entre aucun tube capillaire dans sa construction.

» Les données qu'il fournit sont autrement précises que celles que donnent les burettes et les pipettes graduées, car, outre l'erreur qui provient de la lecture sur ces dernières, il existe encore celle qui est inhérente aux gouttelettes de liquide qui s'attachent aux parois. Rien de pareil ne s'observe avec le gravivolumètre. La numération des gouttes donne exactement le poids du liquide mis en expérience et par suite, avec la plus grande précision, le poids du réactif employé.

» Le gravivolumètre est une véritable balance, et, comme elle, il peut servir à la fois à plusieurs opérateurs qui se livrent au même genre d'analyses.

» Déjà j'ai pu unifier dans mon laboratoire les divers acides titrés en usage pour la détermination de la potasse dans les cendres, de l'azote dans les engrais et de l'ammoniaque dans les eaux pluviales, en les remplaçant par un seul type d'acide employé à la dose de 1, 2, ..., 5 ou 10 gouttes pesées au gravivolumètre (¹). »

(¹) Ce travail a été fait dans le laboratoire des Hautes Études de l'École des Sciences de Rouen, dirigée par M. Girardin.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur la constatation de la présence du grisou dans l'atmosphère des mines.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que la présence du grisou dans l'atmosphère des mines est constatée dans la pratique par l'auréole bleue que produit ce gaz en venant brûler autour de la flamme des lampes de sûreté. Ce réactif, d'un emploi très-commode, est peu sensible, parce que la perception de la flamme bleue est rendue difficile par le voisinage de la flamme blanche de la lampe, d'un éclat incomparablement plus grand. Les mineurs atténuent cet inconvénient en réduisant au minimum la flamme de la lampe lorsqu'ils veulent en faire un indicateur du grisou. Malgré cette précaution, la lampe ne *marque*, pour employer l'expression des ouvriers, que dans une atmosphère contenant au moins 3 pour 100 de gaz. On aurait cependant grand intérêt à constater des proportions plus faibles de grisou, puisque, d'après un récent travail de M. Galloway, de l'air contenant seulement 0,892 pour 100 de grisou devient détonant en présence de poussières de houille.

» On sait quel est le procédé ingénieux imaginé par M. Coquillion pour résoudre la question. L'appareil de M. Coquillion est un véritable analyseur, exigeant une manipulation, des lectures, et qui, quelque simple qu'il soit, peut difficilement être mis dans toutes les mains. Nous avons donc pensé qu'il pouvait y avoir intérêt à augmenter la sensibilité du procédé pratiqué par tous les mineurs, et dont ils ont tous une grande habitude.

» On avait proposé, à cet effet, de regarder la flamme de la lampe avec un verre bleu, arrêtant la plupart des rayons de la lumière blanche et laissant passer ceux qu'émet la flamme de l'hydrogène protocarboné. Nous n'avons obtenu ainsi aucun avantage sérieux.

» Nous avons pensé alors à substituer à la flamme ordinaire de la lampe celle que l'on obtient en allumant un jet de gaz hydrogène. Cette flamme est presque incolore et possède en même temps une température très-élevée. Grâce à cette dernière propriété, lorsqu'elle se produit dans un mélange grisouteux, elle maintient le grisou enflammé sur une plus grande longueur; l'auréole bleue dont elle s'entoure a donc des dimensions plus considérables que celle dont s'entoure la flamme d'une lampe à huile. Cette auréole est d'ailleurs beaucoup plus visible, parce qu'elle n'est pas masquée par le voisinage d'une flamme plus intense.

» Le jet d'hydrogène, produit par un petit briquet à hydrogène substitué au réservoir d'huile d'une lampe Munseler, vient s'enflammer dans l'intérieur de la lampe, dont le cylindre de verre est remplacé par un cylindre de cuivre percé d'un orifice latéral. Cet orifice est fermé par une loupe de distance focale convenable, qui permet de voir la flamme avec une grande netteté.

» En plaçant la lampe, ainsi modifiée, dans des mélanges connus d'air et d'hydrogène protocarboné, nous avons constaté que l'auréole bleue qui entoure la flamme de l'hydrogène est encore nettement visible lorsque la proportion de l'hydrogène protocarboné par rapport à l'air est de 0,25 pour 100. Lorsque la proportion est de 1 pour 100, la flamme bleue est très-belle et monte jusqu'à la base du cône dont la lampe est pourvue.

» Un semblable appareil, dont l'introduction dans les mines ne présenterait aucun danger, permettrait aux maîtres mineurs ou aux chefs de poste chargés de la visite des chantiers dangereux de constater avec certitude la présence du gaz bien avant le moment où elle peut devenir dangereuse pour la sécurité de la mine. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De quelques conditions de la fermentation lactique.* Note de M. CH. RICHET, présentée par M. Berthelot.

« Sans chercher à appuyer ou à combattre les diverses théories de la fermentation, j'ai étudié la fermentation lactique du sucre de lait en variant les conditions suivant lesquelles le phénomène se produit. J'appréciais l'activité de la fermentation d'après la quantité d'acide formé.

» I. *Action de l'oxygène.* — Ainsi que je l'ai montré dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 24 février 1878), la présence de l'oxygène facilite et active la fermentation du lait. Cette action explique l'influence en apparence singulière de la forme du vase où se fait la fermentation. En mettant du lait dans un flacon ordinaire d'une part et d'autre part dans un tube allongé, toutes choses égales d'ailleurs, on voit que dans le tube allongé, qui n'offre qu'une minime surface à l'action de l'air, la fermentation est moins active. Soit la quantité d'acide formé dans le flacon ordinaire égale à 100 : elle a été égale à 70, et dans une autre expérience à 65, pour le lait placé dans un tube allongé

» Si l'on dose l'oxygène dissous par la méthode de M. Schützenberger, on voit que cet oxygène disparaît rapidement dans le lait qui fermente, surtout à une température de 40 degrés.

» II. *Action de la température.* — Jusqu'à 44 degrés, l'activité de la fermentation croît avec la température. De 44 à 52 degrés elle ne se modifie pas. A partir de 52 degrés, elle se ralentit à mesure que la température monte. On peut faire congeler du lait sans qu'il ait perdu son aptitude à la fermentation ; mais il n'en est pas de même quand on le soumet à des températures élevees.

» Pour me placer dans les conditions nécessaires à la fermentation lactique, je prenais soin d'ensemencer avec quelques gouttes de lait aigri les liqueurs lactées soumises au préalable à diverses températures; puis, en exposant ces liquides à la température de 44 degrés, je comparais leur fermentation à celle du lait normal.

» Soit l'acidité du lait normal, pris comme témoin, égale à 100 : l'acidité du lait soumis pendant une demi-heure à l'ébullition a été, après fermentation, de 46, 44, 66, 49, 35, 68, soit en moyenne de 51.

» Cette différence entre la capacité fermentescible du lait bouilli et celle du lait normal me paraît due à ce que l'ébullition coagule une matière albuminoïde utile au développement du ferment. Voici une expérience qui tend à confirmer cette supposition. En traitant le lait par le sous-acétate de plomb, reprenant le précipité par l'eau, le décomposant par l'acide carbonique et filtrant, on a une liqueur limpide, qui, additionnée de sucre de lait et ensemencée avec du lait aigri, fermente assez bien ; mais, si on la porte à l'ébullition pendant une demi-heure environ, il y a formation d'un précipité albumineux, et le liquide ne fermentera plus avec la même activité. Soit l'acidité, après fermentation, de la première liqueur non bouillie égale à 100, l'acidité de la liqueur soumise à l'ébullition a été de 50, après fermentation, ensemencement, etc.

» III. *Action des sucs digestifs.* — J'ai montré précédemment que le suc gastrique activait la fermentation lactique du lait. Avec le suc pancréatique, le résultat est le même. Soit l'acidité du lait témoin égale à 100, après fermentation : celle du lait additionné de quelques gouttes d'extrait glycérique du pancréas a été de 290. La rapidité de la fermentation s'accroît aussi quand on ajoute des peptones au lait. Soit l'acidité du lait normal égale à 100, celle du lait additionné de peptones a été de 144 (moyenne de deux expériences). Les matières azotées, telles que la leucine ou le glycocolle, n'ont aucune action.

» IV. En résumé, nous pensons avoir démontré ces trois propositions :

» 1° L'oxygène rend plus rapide la fermentation lactique du lait.

» 2° L'ébullition, en coagulant une matière albuminoïde primitivement soluble, diminue de moitié l'activité de la fermentation.

» 3° Les sucs digestifs qui rendent l'albumine soluble et les peptones (ou albumines solubles) augmentent la rapidité de la fermentation lactique ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les granules amylacés et amyloïdes de l'œuf.* Note de M. **Dastre**, présentée par M. Vulpian.

« La présence, annoncée il y a quelques années, de corpuscules d'amidon dans certains organes, par exemple dans les capsules surrénales et dans les testicules, venait contredire les notions reçues à propos de la glycogénie, notions d'après lesquelles la formation d'amidon chez l'animal adulte serait localisée dans le foie. Cette contradiction nous engagea, M. le Dr Morat et moi, à étudier de plus près la question : nous nous assurâmes que ces granulations, au lieu d'être formées d'amidon, étaient des concrétions cristallines de corps gras, particulièrement des corps gras phosphorés nommés *lécithines*.

» Pour ce qui concerne l'œuf, nous sommes arrivés au même résultat. Les sphérules qui dans le vitellus donnent la croix de polarisation sont formées par les mêmes corps gras. Ce n'est pas seulement après plusieurs jours d'incubation qu'on les observe, c'est dans l'œuf frais qui vient d'être pondu; elles augmentent lorsque l'on emploie l'un quelconque des artifices par lesquels la lécithine peut être séparée de son dissolvant naturel, l'huile d'œuf.

» Dans la séance du 17 mars 1879, M. Dareste, revenant sur cette question, signale l'existence de nouveaux granules qu'il appelle *amyloïdes*. Ceux qui étaient indiqués dans les premières Notes et caractérisés surtout par la croix de polarisation sont manifestement de la lécithine; les nouveaux, qui ne possèdent plus ce caractère optique, ne sont pas davantage formés d'amidon. Le principal caractère invoqué pour rapprocher ces corps de l'amidon serait le bleuissement par l'iode. Or, il est à remarquer que l'amidon animal ne bleuit point par l'iode : il rougit. C'est ce qui arrive pour les quelques granulations véritablement glycogéniques que l'on trouve dans la cicatricule de l'œuf. Les prétendus granules amyloïdes seraient donc de l'amidon végétal; ce serait de l'amidon végétal qui existerait dans l'ovaire de la poule et des reptiles et passerait dans le vitellus.

» Nous nous sommes assuré une fois de plus qu'il n'y a point d'amidon

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

animal ou végétal dans le jaune de l'œuf. On délaye une grande quantité de vitellus dans de l'eau distillée que l'on porte à 95 degrés au bain-marie pendant une heure; puis on soumet le mélange à l'action de la diastase salivaire, on filtre : on ne trouve pas trace de sucre. Comme contre-épreuve, on opère sur un lot identique au premier, en ayant soin d'ajouter une quantité très-petite d'amidon végétal : on a cette fois la preuve de l'existence du sucre.

» Il n'y a donc aucune utilité à appeler *amyloïdes* des corps qui ne sont certainement pas de l'amidon, et nous ajouterons, qui n'en ont même pas l'apparence. Les réactions microchimiques sont très-infidèles lorsqu'il s'agit de substances imprégnées d'albumine et de corps gras capables de s'opposer à la pénétration des réactifs. Nous agitons dans un flacon du jaune d'œuf avec de l'alcool iodé pendant vingt-quatre heures et nous faisons l'examen microscopique après ce laps de temps dans la glycérine. Comme contre épreuve, nous ajoutons de l'amidon végétal à un lot identique. Dans ce dernier cas, on voit nettement la coloration bleue des granules amylacés; dans le premier cas, il n'y a rien de pareil. L'apparence légèrement bleutée que présentent les granulations très-réfringentes sur le champ uniformément jaune sont une pure illusion optique. On peut s'en assurer en ajoutant une émulsion artificielle au mélange dont on fait l'examen : les particules grasses paraissent bleues ; elles disparaissent par l'emploi des alcalis. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dosage du sucre dans le sang*. Note de M. **D'ARSONVAL**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai eu l'honneur d'assister Claude Bernard dans ses derniers travaux de technique et de critique physiologiques. Mon maître m'ayant surtout confié la partie physico-chimique des recherches, je crois devoir présenter quelques observations au sujet d'une Note récemment publiée par M. Cazeneuve dans les *Comptes rendus*. L'auteur prétend démontrer que la méthode employée par Claude Bernard pour le dosage du sucre dans le sang est loin d'être exacte. Les objections que M. Cazeneuve fait valoir ont déjà été réfutées, tant par Claude Bernard que par moi-même, dans des publications qui me paraissent lui être restées étrangères (¹). Je ne ferai donc que passer sur les premières objections.

(¹) CLAUDE BERNARD, *Formation de la matière sucrée chez les êtres vivants* (*Annales de Physique et de Chimie*, 5ᵉ série, t. IX, XI et XII); D'ARSONVAL, *Dosage du sucre dans le sang* (*Gazette hebdomadaire*, 2ᵉ série, t. XIV, p. 581).

» 1° L'épuisement du caillot n'a rien qui se rapporte au débat.

» 2° La dilatation due à la chaleur : c'est une objection purement théorique.

» 3° Les variations d'hydratation du sulfate de soude et du sang sont réfutées par ce fait que la densité de la liqueur filtrée est sensiblement constante. D'ailleurs, nous avons toujours rejeté l'emploi du sulfate de soude effleuri, et nous conservons notre sel dans un bocal soigneusement fermé.

» 4° Les réductions verdâtres décèlent ou de mauvais réactifs ou un procédé opératoire vicieux : *on ne doit jamais en avoir*. J'ai d'ailleurs eu l'honneur de faire une analyse complète devant l'Académie, qui a pu voir avec quelle netteté on saisit, *dans de bonnes conditions*, la fin de la réaction. Nombre d'expériences nous permettent d'affirmer ces deux faits : 1° le procédé ne décèle du sucre que là où il y en a ; 2° il permet de retrouver les quantités qu'on ajoute (voir pour le détail les Mémoires cités).

» Je répondrai avec un peu plus de détails à deux des objections.

» La première a trait à la manière de calculer le chiffre absolu. La quantité de sucre contenue dans 1 kilogramme du sang analysé est donnée par la formule $s = \frac{8000}{n}$ en milligrammes; n représente le nombre de centimètres cubes de la liqueur nécessaires pour décolorer 1 centimètre cube de la liqueur de Fehling, correspondant à $0^{gr},005$ de glucose. Cette formule résulte de ce fait, constaté de différentes manières, que 50 grammes de sang mêlés à 50 grammes de sulfate de soude donnent à chaud 80 centimètres cubes de liquide d'essai. En d'autres termes, j'ai trouvé que le rapport du poids d'un mélange à parties égales de sang et de sulfate de soude au volume liquide que donne à chaud ce mélange était égal à $\frac{5}{4}$.

» Cela posé, s'il faut n centimètres cubes du liquide sanguin sulfaté pour décolorer 1 centimètre cube de la liqueur de Fehling, nous dirons

$$n^{cc} = 0^{gr},005 \text{ de glucose},$$

$$80^{cc} \text{ ou } 50^{gr} \text{ de sang} = \frac{5}{n} \times 80$$

et

$$1^{kg} \text{ de sang} = \frac{5}{n} \times 80 \times 20 = \frac{8000}{n};$$

cette formule est seulement applicable au *sang normal non défibriné*. On trouvera dans le Mémoire les preuves de son exactitude. Dans les autres cas, nous avons épuisé le caillot et dosé dans le liquide résultant du lavage. Je n'ai jamais opéré sur plus de 20 grammes de sang, quantité suffisante pour une analyse, grâce à la petite presse que j'ai fait construire à M. Aubry et

qui exprime presque complétement le caillot. Connaissant la formule employée par Bernard, on peut d'ailleurs retrouver la valeur de n pour chacun des nombres qui figurent dans le Mémoire. D'autre part, il est évident que l'emploi d'une formule même inexacte n'altérerait en rien la valeur comparative des expériences, ce qui est l'essentiel.

» M. Cazeneuve fait une dernière objection qui serait plus grave si elle était fondée. Il rapporte deux expériences qui lui paraissent démontrer qu'il existe dans le sang une matière étrangère qui réduit le liquide bleu. Le fait, débarrassé de toute interprétation, est le suivant : le dosage au saccharimètre ne correspond pas au dosage par la liqueur bleue. Nous sommes d'accord sur le fait, mais nullement sur l'interprétation. Dans les quelques centaines d'expériences que j'ai dû analyser, j'ai rencontré ce fait à plusieurs reprises; *il n'est pas constant*. Il prouve seulement qu'il existe dans le sang une substance, autre que le glucose, susceptible d'agir sur la lumière polarisée, ce qui n'a rien de surprenant.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les conditions physiologiques où on l'observe. En attendant, je crois pouvoir affirmer que, *dans certaines conditions*, la matière réductrice du sang, *loin d'être du glucose pur*, est constituée par un mélange soit de *glucose* et de *lévulose*, soit de *glucose* et de *dextrine*. Je reviendrai sur cette interprétation que je crois résulter des faits et qui aurait l'avantage d'expliquer la discordance constatée entre les deux méthodes de dosage.

» Il résulte des faits que la méthode de Claude Bernard, très-simple et rapide, est d'une exactitude plus que suffisante pour la Physiologie. Ce qui nous importe surtout en Physiologie, c'est la connaissance exacte des conditions d'une expérience. Claude Bernard a dit :

« Cette question est capitale au point de vue de la critique physiologique que nous poursuivons. C'est là que réside le secret de la précision expérimentale, et nous pouvons dire, pour exprimer toute notre pensée, que sans l'exactitude physiologique la rigueur des procédés physico-chimiques est purement illusoire dans l'étude des phénomènes de la vie. »

» On ne peut que méditer ces paroles de l'illustre physiologiste, qui nous en a prouvé l'exactitude par ses plus grandes découvertes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la méthode employée par Cl. Bernard pour le dosage des sucres réducteurs dans le sang.* Note de M. **P. Picard**. (Extrait.)

« On sait que le glucose n'est pas la seule substance des organismes animaux qui réduise les liqueurs de Fehling, Barreswil, etc. Mais, s'il est

vrai qu'il y a dans l'organisme, à côté du sucre réducteur, des substances pouvant précipiter de l'oxydule rouge à chaud aux dépens des liqueurs de Fehling, est-il vrai que ces substances existent dans la liqueur obtenue par le traitement préalable dans la méthode de Cl. Bernard? Est-il vrai que ces substances soient là contenues dans une proportion telle, qu'elles auraient une part à la réduction du sel de cuivre? Je ne le pense pas, et voici l'expérience sur laquelle je fonde mon opinion.

» On prend une quantité de sang indéterminée qu'on défibrine et qu'on traite par le procédé de Bernard. La liqueur filtrée incolore est examinée avec la liqueur de Fehling. On constate la réduction type : décoloration et précipité d'oxydule rouge.

» On abandonne alors le reste du sang pendant quelques heures à une température de 30 degrés C. environ, en évitant l'évaporation (le sang étant additionné de levûre de bière ou même seul). Après ce temps, on répète avec ce sang qui a fermenté le même traitement qu'on lui avait fait subir avant cette opération, et l'on constate que le liquide incolore obtenu ne *précipite* plus d'oxydule quand on le chauffe à + 100° avec la liqueur de Fehling. L'acide urique, qui réduit moins bien et moins facilement que le glucose, n'était donc pas contenu dans le liquide en quantité susceptible de nuire à la recherche du sucre par la méthode des liqueurs bleues. Ce que j'ai dit pour l'acide urique, je le répéterai pour les autres substances qui pourraient exister dans le sang à côté du glucose : elles ne sont pas, dans le sang normal, en quantité suffisante pour exercer leur action réductrice sur les solutions de Fehling. L'expérience que je viens d'indiquer me paraît décisive..

» L'examen saccharimétrique ne peut fournir des résultats susceptibles d'infirmer les assertions que je viens d'émettre, car ce procédé d'analyse des sucres chez l'animal est très-inférieur à la méthode des liqueurs cupriques. En effet, s'il y a quelques substances animales susceptibles d'exercer sur les liqueurs cupriques la même action que les solutions glucosiques, il y en a un très-grand nombre qui jouissent du pouvoir rotatoire. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la distribution des phosphates dans les différents éléments du sang.* Note de M. L. JOLLY, présentée par M. Robin.

« Depuis longtemps déjà, tous les chimistes qui ont étudié les matières protéiques, qu'elles soient tirées du règne végétal ou empruntées aux ani-

maux, ont constaté que ces matières renfermaient toujours certains éléments minéraux et principalement des phosphates dont il est extrêmement difficile de les séparer. D'autre part, les travaux de Berzélius et de MM. Chevreul, Boussingault et autres après eux ont établi : qu'il existe entre l'azote des matières protéiques (c'est-à-dire entre les matières protéiques) et l'acide phosphorique une certaine corrélation; que l'union des phosphates et des matières protéiques est tellement intime, que les réactifs les plus énergiques ne parviennent pas à la détruire complétement. Il y a évidemment entre ces principes plus qu'un simple rapprochement, il y a une organisation moléculaire définie, et nous sommes porté à croire que c'est à la faveur de cette constitution minérale que les éléments vivants conservent leur forme et résistent dans une certaine mesure aux causes dissociantes du milieu ambiant.

» Mais si, d'une part, les liens étroits qui unissent les phosphates et les matières azotées sont aujourd'hui bien établis, d'autre part, les espèces phosphatées avec lesquelles ces matières sont combinées n'ayant pas encore été déterminées exactement, c'est sur ce point que nous avons porté nos recherches, afin de pouvoir bien préciser le rôle des phosphates chez les êtres vivants.

» Nous avons choisi le sang comme sujet de nos premières études, parce qu'il est l'agent essentiel de la nutrition. Ces recherches nécessitent l'emploi d'une certaine quantité de matière; nous avons donc dû nous contenter d'obtenir les groupes protéiques aussi purs que possible, sans chercher à extraire toutes les espèces particulières de ces principes. Tous les albuminoïdes que nous avons analysés ont été retirés du sang de bœuf; ils forment quatre groupes : une partie dite *aqueuse*, de l'albumine, de la fibrine et des globules. La partie aqueuse a été extraite par expression de la masse que forme le sérum sanguin coagulé par la chaleur.

Partie aqueuse.

» 100 grammes renferment :

Phosphates alcalins	0,0426
» de chaux	0,0008
» de magnésie	»
» de fer	0,0016
Oxyde de fer non phosphate	0,0026
Total des phosphates	0,0450

Albumine.

» 100 grammes d'albumine sèche du sang renferment :

Phosphates alcalins	0,045
» de chaux	0,038
» de magnésie	»
» de fer	0,263
Oxyde de fer non phosphaté	»
Total des phosphates	0,346

Fibrine.

» 100 grammes de fibrine sèche renferment :

Phosphates alcalins	0,004
» de chaux	0,510
» de magnésie	0,140
» de fer	0,530
Oxyde de fer non phosphaté	»
Total des phosphates	1,184

Globules.

» 100 grammes de globules secs renferment :

Phosphates alcalins	0,046
» de chaux	0,027
» de magnésie	»
» de fer	0,988
Oxyde de fer non phosphaté	»
Total des phosphates	1,061

» Appliquant les résultats qui précèdent à la composition du sang de bœuf telle que Nasse l'a établie d'après ses analyses, nous voyons que les phosphates y sont distribués de la manière suivante :

Distribution des phosphates dans le sang de bœuf.

Composition du sang.	Éléments.	Phosphates alcalins.	Phosphates de chaux.	Phosphates de magnésie.	Phosphates de fer.	Total des phosphates.	Oxyde de fer non phosphaté.
809	Eau	0,235	0,006	»	0,012	0,253	0,020
67	Albumine sèche	0,032	0,027	»	0,189	0,248	»
3	Fibrine »	traces	0,015	0,004	0,016	0,035	»
121	Globules secs	0,063	0,037	»	1,354	1,454	»
1000	Totaux	0,330	0,085	0,004	1,671	1,990	0,020

» Il ressort de l'examen de ce tableau : 1° que les phosphates alcalins dominent dans la partie aqueuse du sang ; 2° que tous les éléments contiennent une quantité variable de phosphate de fer, mais accumulé surtout dans les globules. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation d'une matière amyloïde particulière aux asques de quelques Pyrénomycètes.* Note de M. **L. Crié**, présentée par M. P. Duchartre.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la matière amyloïde (¹) contenue dans les asques du *Sphæria Desmazierei* Berk. (²).

» On admet généralement que les Champignons ne possèdent jamais d'amidon ; cette Note aura pour but de faire connaître, chez une Sphæriacée, la constitution de la masse amyloïde formée *dans l'obscurité par un protoplasma dépourvu de chlorophylle.*

» Le *Sphæria Desmazierei* Berk., Pyrénomycète peu répandu, possède des périthèces noirâtres, atteignant parfois la grosseur d'un grain de chènevis. C'est aux environs de Sillé-le-Guillaume (Sarthe) que j'ai pu recueillir les nombreux échantillons qui m'ont permis de suivre de très-près et en détail le développement du globule amyloïde et des spores au sein du protoplasma. A l'origine, les jeunes asques, qui atteignent environ de $0^{mm},005$ à $0^{mm},007$ en longueur, procèdent de l'hyménium d'un périthèce parfaitement clos, à parois dures et d'un noir très-foncé ; ce sont de simples cellules cylindriques, formées par un protoplasma homogène ou finement granuleux qu'enveloppe une membrane unique. L'existence, à cette époque, du globule amyloïde est des plus appréciables ; il présente l'aspect d'un simple point occupant le sommet de l'asque. Ce globule, essentiellement organisable, grossit peu à peu, et, grâce aux réactifs iodés, j'ai pu reconnaître que l'accroissement se fait par intussusception. L'eau iodée m'a, en effet, permis d'apprécier l'épaisseur de la première couche, qui s'épaissit progressivement en couches dont la croissance s'opère d'une façon assez uniforme autour du noyau initial. En même temps que les spores se forment et accentuent leurs cloisons, le globule continue à s'accroître dans le

(¹) Je n'ai point en vue ici la membrane cellulaire de plusieurs Phycomycètes, qui bleuit par le chloro-iodure de zinc.

(²) M. Tulasne a encore signalé cette particularité dans le *Sphæria pedunculata* Dicks.

liquide cellulaire, où nagent les gouttelettes oléagineuses et autres produits de désassimilation du protoplasma. Situé vers le sommet de la paroi thécale, le globule ne paraît point devoir servir au développement ultérieur des spores; lorsque celles-ci sont bien mûres, il manifeste au contraire, sous l'influence de l'eau iodée, la belle coloration bleue caractéristique de la *granulose*. Enfin, dès qu'arrive le moment de la dissémination des huit spores brunâtres, triseptées, le globule insoluble est expulsé le premier par le sommet des thèques.

» Au total, la masse amyloïde particulière aux thèques de quelques Sphéries s'accroît par intussusception, comme les grains d'amidon. Mais ce qui la distingue essentiellement, c'est : 1° sa formation dans une profonde obscurité, par un protoplasma dépourvu de chlorophylle; 2° son insolubilité dans le liquide cellulaire.

» Je propose pour cette matière amyloïde, dont le rôle physiologique ne m'est pas encore connu, le nom d'*amylomycine*. »

GÉOLOGIE. — *Sur les anciens glaciers dans les Alpes-Maritimes.* Extrait d'une Lettre de M. C. **Desor** à M. Daubrée.

« La présence d'anciennes moraines sur le littoral ligurien n'avait jusqu'à présent été admise que d'une manière vague, sans qu'on ait jamais indiqué une localité précise où l'on pût la constater. Cela tient peut-être, dans une certaine mesure, à la répugnance que l'on éprouve ici à penser qu'un aussi magnifique paysage ait jamais pu être envahi par les glaces. Et pourtant il suffit d'un peu de réflexion pour comprendre que les anciens glaciers n'ont pas dû être étrangers à ce versant des Alpes, du moment que leurs traces se retrouvent si abondantes sur le revers piémontais. On sait en effet, par les recherches du regretté B. Gastaldi, qu'il existe des dépôts glaciaires bien caractérisés aux environs de Cuneo, sans parler des magnifiques et célèbres amphithéâtres morainiques de la Dora-Riparia et de la Dora-Baltea. On ne saurait raisonnablement admettre que la calotte de glace qui à Cuneo descendait à 435 mètres, à Rivoli à 400 mètres et à Ivrée à 250 mètres ne se soit pas étalée aussi sur le flanc opposé de la chaîne. Il devait, par conséquent, exister des traces d'anciens glaciers dans le département des Alpes-Maritimes. Apres les avoir vainement cherchées aux environs de Nice et le long du littoral de la Ligurie, j'ai fini par les trouver à une vingtaine de kilomètres dans l'intérieur, au pied des massifs de calcaire

jurassique qui forment ici les contre-forts des Alpes-Maritimes. Conduit par M. de Chambrun de Rosemont et en compagnie de M. le général Desvaux et de M. Flammare, archiviste du département, nous nous dirigeâmes vers l'ancien bourg de Levens. C'est en suivant la nouvelle route qui de Levens se dirige sur la vallée du Var par la Roquette que nous rencontrâmes les premières preuves incontestables du séjour des anciens glaciers, à une altitude que nous évaluames à 520 mètres, d'après les cotes les plus voisines. La route est ici en déblai, dans un amas de matériaux meubles de toutes formes et de toutes dimensions, composé de blocs entassés pêle-mêle avec des galets et souvent noyés dans un limon qui adhère aux galets et qui est des plus caractéristiques comme boue glaciaire. Les blocs se composent de protogyne, de gneiss, de grès éocène et de plusieurs variétés de calcaire. La plupart sont arrondis; mais il y en a aussi de fortement anguleux, en partie pétris de fossiles (bélemnites) qui, selon toute apparence, proviennent des massifs jurassiques voisins, mais ne sauraient en aucun cas avoir été déposés par des torrents. Il restait à trouver le critérium le plus caractéristique de l'action glaciaire: les stries et les cannelures. Comme la roche en place n'est pas visible en ce point, nous n'avons pu nous assurer si elle est usee et polie; mais au moins les *galets rayés* ne font pas défaut. Il existe des rayures très-apparentes sur des blocs de grès, mais elles ne furent pas trouvées suffisamment concluantes par mes compagnons d'étude. Heureusement ces blocs étaient associés à des galets calcaires, qui, après avoir été dégagés de la boue glaciaire, se montrèrent couverts de fines stries très-nettes, se dessinant comme de petites lignes blanches sur le fond noir du calcaire (liasique?). Ces stries ne pouvaient être accidentelles, puisque les galets se trouvaient empâtés dans le dépôt morainique; elles ne peuvent, en pareil lieu, avoir d'autre origine que le frottement d'un glacier.

» J'ai dit que le dépôt morainique de Levens se trouve à la cote de 520 mètres. Je ne voudrais pas en conclure cependant que ce soit là sa limite extrême et que les anciens glaciers n'ont pas atteint ailleurs des niveaux plus bas. Il est possible, probable même, qu'il existe des vestiges d'anciens glaciers plus en aval dans la vallée du Var; seulement il sera toujours plus difficile de les reconnaître dans la région des conglomérats pliocènes, qui s'élèvent à près de 400 mètres au nord de Nice. »

M. Saltel adresse une Note intitulée « Sur la division en deux classes, répondant à des équations distinctes, des points multiples d'un lieu défini par k équations algébriques contenant $k-1$ paramètres arbitraires $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_{k-1}$ ».

M. **Desboves** adresse les errata suivants pour sa Note insérée dans les *Comptes rendus* du 24 mars :

La première phrase de la Note doit être rectifiée ainsi : « Je vais montrer dans cette Note que, si l'équation (1) a deux solutions, on peut toujours trouver deux systèmes de formules qui donnent chacun deux nouvelles solutions. »

Ligne 6, page 640, on doit lire ainsi : « Dans les formules précédentes on peut changer z en $-z$, et l'on a ainsi deux solutions pour chaque système. Lorsque l'équation (1) se réduit à la forme $aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = c$, on peut donner à x, y, z des valeurs positives ou négatives; mais néanmoins le nombre des solutions de chaque système est encore égal à 2, parce que.... »

M. J. **Makarévitch** adresse une Note sur la réfraction astronomique.

M. L. **Hugo** adresse une Note sur une couronne observée autour de la pleine Lune dans la soirée du 5 avril.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 avril 1879.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 7e série, t. X. Toulouse, impr. Douladoure, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1879, mars. Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Essai sur les principes fondamentaux de la Géométrie et de la Mécanique; par M. J.-M. de Tilly. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1879; in-8°.

Leçons sur la Géométrie, par A. Clebsch, recueillies et complétées par M. F. Lindemann, traduites par M. A. Benoist; t. I : *Traité des sections coniques et introduction à la théorie des formes algébriques.* Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Mémoire présenté à l'Académie de Médecine sur Bagnères-de-Bigorre et sur une méthode préventive et curative des maladies, de la phthisie en particulier; par M. le Dr C. Gaubert. Montpellier, typ. Boehm, 1879; in-8°. (Envoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

La théorie de la descendance et son enseignement dans les Facultés; par M. le Dr A. Guillaud. Montpellier, Impr. centrale du Midi, 1879; br. in-8°.

Des plaies en général, pansements et soins divers; par M. le Dr Boens, Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Le choléra de 1866. *Note sur la symptomatologie, l'étiologie et le traitement épidémique; par* M. le Dr Boens. Bruxelles, G. Mayolez, 1866; br. in-8°. (Envoyé au Concours Bréant.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour le doctorat ès sciences mathématiques; par M. G. Floquet. Première Thèse : *Sur la théorie des équations différentielles linéaires.* Seconde Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

De la ligue contre les vivisections, ou la nouvelle croisade; par un Anglais. Paris, E. Leroux, 1879; in-8°.

E. Bazin. *Notice sur les travaux d'Alphonse Poitevin.* Saint-Calais, impr. T. Peltier, 1878; br. in-8°.

Exposition universelle de 1878. *Association internationale africaine. Section française. Entretien de M.* Ferdinand de Lesseps, *Président élu de la Section française.* Paris, impr. A. Pougin, 1878; br. in-8°.

Rapport du Comité permanent du premier Congrès météorologique de Vienne. Réunion d'Utrecht, 1879; in-folio.

Rapport sur la question 19 *du programme pour le Congrès météorologique de Rome; par* M. J. Violle. Utrecht, Kemink et fils, 1879; in-folio.

Archives du Musée Teyler; vol. IV, fasc. 2, 3, 4; vol. V, Ire Partie. Harlem, les héritiers Loosjes, 1878; 3 livr. grand in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par M. E.-H. von Baumhauer; t. XIII, livr. 4 et 5. Harlem, les héritiers Loosjes, 1878; 2 livr. in-8°.

J. Jeannel. *A Monsieur le Dr Paul Bert, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, député de l'Yonne.* Lille, impr. Danel, 1879; opuscule in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. XIV, disp. 2ª. Torino, 1879 ; in-8°.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1873-1877 *uitgegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut;* negen en twintigste jaargang, eerste deel, tweede deel. Utrecht, Kemink et Zoon, 1878 ; in-4° oblong.

Natuurkundige verhandelingen van de Hollandsche maatschappij der Wetenschappen te Haarlem; derde verzameling, deel III. Haarlem, de erven Loosjes, 1878; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Alphonse-Milne Edwards*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *P. Gervais*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Alphonse-Milne Edwards** prend place parmi ses confrères.

M. **R. Clausius** fait hommage à l'Académie du second Volume de la deuxième édition de sa « Théorie mécanique de la chaleur ». Ce Volume comprend la théorie mécanique de l'électricité.

M. **de la Gournerie** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il a récemment publié dans les *Nouvelles Annales de la Construction*, pour répondre à des critiques sur les conclusions qu'il tire d'expériences relatives à la stabilité des voûtes obliques. L'appareil imaginé par M. de la Gournerie pour ces expériences a figuré à l'Exposition universelle de 1878.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Dalmont : MM. de la Gournerie, Lalanne, Resal, Phillips et de Saint-Venant réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. le général Morin et Rolland.

Prix Fourneyron : MM. le général Morin, Phillips, Tresca, Rolland et Resal réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lalanne et de Saint-Venant.

Prix Lalande (Astronomie) : MM. Faye, Tisserand, Lœwy, amiral Mouchez, Liouville réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Puiseux.

Prix Damoiseau (Théorie des satellites de Jupiter) : MM. Puiseux, Faye, Liouville, Tisserand et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. l'amiral Mouchez et Yvon Villarceau.

Prix Valz : MM. Faye, Lœwy, amiral Mouchez, Tisserand et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Yvon Villarceau.

Prix Lacaze (Physique) : MM. H. Sainte-Claire Deville, Marey, du Moncel réunissent la majorité des suffrages et seront adjoints à la Section de Physique. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Bertrand.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Loi de propagation des affections et des phénomènes nerveux expressifs*. Note de M. J. Rambosson. (Extrait.)

En passant en revue les affections et les phénomènes nerveux qui se propagent par une transmission et une transformation de mouvement,

depuis le simple bâillement jusqu'à l'épilepsie, certaines folies, la fascination, la terreur panique, etc., l'auteur arrive à formuler le principe suivant, dont la généralité lui paraît manifeste :

« Un mouvement purement physique peut se transformer en mouvement physiologique et en mouvement psychique ou cérébral, en se transmettant à ces divers milieux, et, réciproquement, un mouvement psychique peut se transformer en mouvement physiologique et en mouvement physique, en se transmettant d'un milieu à un autre; et cela, sans se dénaturer, c'est-à-dire qu'il reproduit les *mêmes phénomènes*, après toutes ces transmissions et ces transformations, en repassant dans un même milieu. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Sériziat** adresse, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire manuscrit intitulé : « Études sur Collioure et ses environs ».

Un séjour prolongé à Collioure a conduit M. Sériziat à y faire des recherches approfondies sur tous les points d'Histoire naturelle de cette localité, l'une des plus méridionales et des moins connues de la France. Il a étudié ce pays successivement sous les rapports de l'Histoire, de la Géographie, de la Géologie, de la Climatologie, de la Botanique et de l'Entomologie, en y joignant diverses observations de Statistique.

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. **W. Crookes** adresse deux nouvelles Notes portant pour titres : « Physique moléculaire dans les espaces très-raréfiés », et « Lois de la rotation magnétique dans les espaces très-raréfiés ou peu raréfiés; propriétés phosphorogéniques des rayons moléculaires ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Blanc-Falkner** adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **J. Roze** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Botanique (Organographie et Physiologie végétale) laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Ad. Brongniart.*

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Lawes**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Abich**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De la courbe lieu des positions des centres de courbure d'une courbe gauche, après son développement sur une ligne droite.* Note de M. l'abbé **Aoust.**

« 1. Étant donnée une courbe gauche E, on la développe sur une droite, sous cette condition que le dièdre de deux plans osculateurs consécutifs quelconques ne soit pas altéré; les centres de courbure de la ligne E formeront après son développement une courbe C_1; l'analyse de cette courbe est susceptible d'une interprétation géométrique facile, lorsqu'on introduit une nouvelle courbe C_2, lieu des extrémités des rayons vecteurs, menés d'un point fixe, égaux et parallèles aux rayons de courbure de la ligne E.

» Soient $\tau, \nu, \rho, \varpi, \lambda, \ldots$ la tangente, la binormale, le rayon de courbure, la droite rectifiante, la perpendiculaire à ces deux dernières lignes; $d\varepsilon$, $d\omega$, $d\vartheta$, dH, $d\vartheta'$ les angles que chacune de ces droites fait avec sa position infiniment voisine, ds la différentielle de l'arc de cette courbe. Nous représentons par les mêmes lettres, affectées de l'indice inférieur 1 et de l'indice inférieur 2, les éléments de même nom de la courbe C_1 et de la courbe C_2.

» Ces choses étant posées, le lieu des positions de la normale principale de la courbe E est un conoïde lorsqu'il s'agit de la courbe C_1; si en un point M_1 de cette courbe on mène un plan tangent au conoïde et, dans ce

plan, la normale à la courbe C_1, cette normale géodésique rencontrera en un point N_1 l'axe λ entraîné par la courbe E, et M_1N_1 sera la longueur de cette normale; de même, la tangente rencontrera le même axe en un point T_1, et M_1T_1 sera la longueur de cette tangente. Dans le cas de la courbe C_2, le lieu des positions du rayon vecteur sera une surface conique; et si, en un point M_2 de la courbe C_2 correspondant au point M_1 de la courbe C_1, on mène le plan tangent au cône, et, dans ce plan, une normale à la courbe C_2, jusqu'à la rencontre en N_2 du plan mené par le sommet du cône perpendiculairement au rayon vecteur, cette normale M_2N_2 sera la normale géodésique polaire de la courbe C_2; de même, la tangente rencontrera ce plan en un point T_2 et sa longueur sera M_2T_2.

» Voici maintenant les relations qui existent entre les tangentes des courbes C_1, C_2, leurs normales géodésiques et les arcs correspondants :

» Théorème I. — *Les tangentes correspondantes des courbes* C_1, C_2 *ont même direction par rapport aux axes mobiles* (τ, ν, ρ) *de la courbe* E.

» Théorème II. — *Les arcs correspondants des deux mêmes courbes sont égaux.*

» Théorème III. — *La normale géodésique de la courbe* C_1 *et la normale polaire géodésique de la courbe* C_2 *sont égales, et les tangentes de ces deux courbes sont aussi égales.*

» 2. Soient ρ_{1g}, ρ_{2g} les rayons de courbure géodésique des courbes C_1, C_2; ρ_{1n}, ρ_{2n} les rayons de courbure normale des mêmes courbes par rapport au conoïde et au cône, $\mathfrak{N}$ la longueur de la normale géodésique de l'une des deux courbes; on a les relations

$$(1) \qquad \frac{1}{\rho_{1g}} + \frac{1}{\rho_{2g}} = \frac{\cos^2(\varpi, \nu)}{\mathfrak{N}}, \quad \frac{1}{\rho_{1n}} + \frac{1}{\rho_{2n}} = \frac{\cos(\mathfrak{N}, \nu)\cos(\nu, \varpi)}{\mathfrak{N}},$$

desquelles on déduit les propositions suivantes :

» Théorème IV. — *Si, à partir du sommet* M. *de l'angle de la droite rectifiante* ϖ *et de la binormale* ν, *on compte sur la première une longueur* M_1N_1 *égale à la normale géodésique et une longueur* M_1P_1 *telle que, en projetant* M_1P_1 *sur la binormale et la projection obtenue sur la droite rectifiante, cette seconde projection soit* M_1N_1, *le double de* M_1P_1 *sera moyenne harmonique des rayons de courbure géodésique des courbes* C_1 *et* C_2.

» Théorème V. — *Si, à partir de l'extrémité de la normale géodésique en* M_1, *on élève sur cette normale une perpendiculaire jusqu'à la rencontre de la binormale* ν, *et de ce point une perpendiculaire à cette binormale jusqu'à la*

rencontre de la droite rectifiante en L_1, *le double de la longueur* M_1L_1 *est moyenne harmonique des rayons de courbure normale des deux courbes* C_1 *et* C_2.

» 3. Soient r_1, r_2 les rayons de torsion des courbes C_1, C_2; φ_1 et φ_2 les inclinaisons des plans osculateurs de ces courbes sur les plans tangents au conoïde et au cône; on a la relation

$$\frac{\cos(\mathfrak{N}, \rho)\cos(\varpi, \nu)\sin(\varpi, \nu)}{\mathfrak{N}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{d(\varphi_1 + \varphi_2)}{ds_1}. \tag{2}$$

» Il existe aussi une seconde relation qui lie entre eux les rayons de flexion, les rayons de courbure géodésique et les rayons de courbure normale, laquelle est exprimée par l'équation

$$\left[\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} - \frac{d(\varphi_1 + \varphi_2)}{ds_1}\right]^2 + \left(\frac{1}{\rho_{1n}} + \frac{1}{\rho_{2n}}\right)^2 = \frac{\cos^2(\varpi, \tau)}{\mathfrak{N}}\left(\frac{1}{\rho_{1g}} + \frac{1}{\rho_{2g}}\right). \tag{3}$$

» 4. Si la courbe E est plane, la droite rectifiante n'est pas distincte de la binormale, les courbes C_1 et C_2 sont planes, les normales géodésiques se confondent avec les normales elles-mêmes, les courbures géodésiques avec les courbures propres; les courbures normales sont nulles; on a donc la proposition suivante :

» Théorème VI. — *La courbe* C_1, *lieu des centres de courbure d'une courbe plane* E *après son développement sur une droite, et la courbe* C_2, *lieu des extrémités des rayons vecteurs menés d'un point fixe, égaux et parallèles aux rayons de courbure de la ligne* E, *jouissent de ces propriétés :*

» 1° *Que les normales correspondantes des courbes* C_1 *et* C_2 *sont égales, ainsi que leurs tangentes;*

» 2° *Que les arcs correspondants de ces courbes sont égaux;*

» 3° *Que le double de la normale est moyenne harmonique des rayons de courbure de ces courbes;*

» 4° *Que l'aire cartésienne de la courbe* C_1 *est le double de l'aire polaire de la courbe* C_2.

» 5. Si la courbe E appartient à la classe des hélices, la courbe C_1 est gauche, mais la courbe C_2 est plane; cette circonstance modifie encore, en les simplifiant, les relations précédentes, qui deviennent

$$\frac{1}{\rho_{1g}} + \frac{1}{\rho_2} = \frac{\cos^2(\varpi, \nu)}{\mathfrak{N}}, \quad \frac{1}{\rho_{2n}} = \frac{\cos(\mathfrak{N}, \nu)\cos(\nu, \varpi)}{\mathfrak{N}}, \tag{4}$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{d\varphi_1}{ds_1} + \frac{\cos(\mathfrak{N}, \rho)\cos(\varpi, \nu)\sin(\varpi, \nu)}{\mathfrak{N}}, \tag{5}$$

$$\left(\frac{1}{r_1} - \frac{d\varphi_1}{ds_1}\right)^2 = \frac{\cos^2(\varpi, \tau)}{\mathfrak{N}}\left(\frac{1}{\rho_{1g}} + \frac{1}{\rho_2}\right). \tag{6}$$

» Si, de plus, la courbe E est une hélice circulaire, la courbe C_1 sera une hélice circulaire et la courbe C_2 un cercle.

» Si la courbe E est une spirale conique logarithmique, la courbe C_1 sera une spirale conique logarithmique et la courbe C_2 une spirale plane logarithmique. »

MÉCANIQUE. — *Sur diverses expériences faites avec un pendule oscillant avec de grandes amplitudes.* Note de M. **Dejean de Fonroque**, présentée par M. A. Cornu.

« Le fait fondamental que ces expériences mettent en évidence est que, pour tout pendule également libre d'osciller dans tous les sens et lancé à grande amplitude, le plan d'oscillation tend à s'orienter et s'oriente même rapidement dans une direction particulière, qui, d'après les idées de l'auteur, ne serait autre chose que la projection horizontale de la trajectoire de la Terre, c'est-à-dire de la résultante des deux grands mouvements de translation dont la Terre est animée vers la constellation d'Hercule et autour du Soleil.

» La trajectoire en question ne change pas sensiblement de direction dans le courant d'une journée, mais, dans cette période de temps et par l'effet du mouvement diurne, l'inclinaison du plan horizontal (passant par le point de suspension du pendule) sur cette trajectoire varie incessamment, d'après une loi facile à déterminer; par conséquent, sa projection sur ce plan doit varier elle-même; aussi la direction suivant laquelle le pendule se range éprouve-t-elle des variations correspondantes. Elle se porte comme elle, chaque jour, tantôt vers l'est et tantôt vers l'ouest. Elle passe comme elle quatre fois par jour par le méridien, et les heures des passages varient avec la position de la Terre sur l'écliptique. »

M. **Cornu** a été témoin des expériences de M. Dejean de Fonroque; bien qu'il ne soit pas d'accord avec l'auteur sur la cause des mouvements observés, il recommande à l'attention des physiciens et des géomètres la variété des mouvements que présente un pendule oscillant sous de grandes amplitudes et sollicité par des forces perturbatrices symétriquement disposées par rapport à un plan vertical.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Anomalie des observations magnétiques de Paris.* Note de M. C. FLAMMARION.

« L'anomalie de la variation diurne de l'aiguille aimantée observée à Paris, que j'ai signalée à l'Académie, n'est pas satisfaite par les explications que M. Marié-Davy a bien voulu présenter en réponse à ma remarque. J'ai montré, en effet, que l'amplitude de l'oscillation diurne aurait dû, pour correspondre à la variation undécennale, descendre, de 1871 à 1878, de 12′ à 5′. Au lieu de cette diminution progressive, elle flotte sans loi entre 9′ et 10′. Pour obtenir des nombres plus concordants, le savant météorologiste croit pouvoir représenter l'amplitude de l'oscillation en faisant la différence entre les positions de l'aiguille à 3 heures du soir et à minuit. Ce procédé laisse à désirer, car il n'est pas douteux, et M. Marié-Davy le sait mieux que personne, que cet intervalle ne représente pas l'amplitude totale de l'excursion diurne de la boussole. Ce n'est pas à minuit qu'a lieu la plus grande élongation orientale de l'aiguille, mais en général le matin vers 8 heures, le maximum de la déviation occidentale se présentant, d'autre part, vers 1 heure de l'après-midi. Or l'amplitude d'une oscillation ne peut s'entendre que de la mesure de l'oscillation entière, et non des deux tiers ou des trois quarts de cette oscillation. Les nombres atténués par ce procédé ne représentent donc pas l'équivalent cherché.

» Ce mode d'interprétation est d'autant plus insuffisant, que le minimum de la nuit ne surpasse celui du matin qu'en hiver, pendant les mois où l'oscillation est la moins forte. Le résultat annuel est donc forcément diminué si l'on supprime ainsi des moyennes l'amplitude totale manifestée pendant les neuf autres mois. Du reste, si l'on calcule la variation annuelle par cette méthode imparfaite, elle ne ressort pas davantage, et l'anomalie persiste.

» L'objection tirée d'une dissemblance entre les méthodes de réduction ne se soutient pas davantage. Partout, c'est la moyenne de l'oscillation diurne totale que l'on prend, et nulle part la différence entre 3 heures du soir et minuit. Sans doute, lorsqu'il y a, à certains jours d'orages magnétiques, des perturbations exagérées qui pourraient fausser l'aspect général de la marche normale, on prend soin de les éliminer; mais cela n'empêche pas le calcul de l'amplitude d'être fait sur la plus large base qu'il est possible. Le tracé des appareils enregistreurs, le développement de la courbe obtenue par une formule trigonométrique, doivent évidemment fournir la mesure de l'amplitude totale. A leur défaut, on choisit naturellement les

heures d'observation qui se rapprochent le plus des limites de l'excursion diurne.

» Ainsi l'anomalie subsiste, malgré les explications de M. le directeur de l'Observatoire de Montsouris, et la cause en est encore à chercher. Est-elle due, cette anomalie, à la situation spéciale de cet observatoire à l'entre-croisement de deux lignes de chemin de fer? Est-elle due aux méthodes d'observation? Est-elle due à des différences d'heures dans ces observations? Est-elle due à d'autres causes? C'est ce que l'on pourrait examiner et discuter. Mon seul but a été de signaler cette curieuse anomalie, à une époque où l'étude du magnétisme terrestre prend à juste titre une si haute importance dans les principaux observatoires. J'ajouterai que mon plus vif désir serait d'avoir tort et de voir disparaître cette divergence, qui, selon toutes probabilités, doit être plus apparente que réelle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Faune fossile des environs de Castres.* Note de M. **Caraven-Cachin.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. de Quatrefages.)

« J'ai découvert plusieurs carapaces de Tortues dans les grès éocènes de Castres. S'il vous était agréable d'en accepter une pour les précieuses collections paléontologiques du Muséum, je m'empresserais de vous l'expédier par le chemin de fer. Sur onze d'entre elles, les dimensions varient de $0^m,20$ à $0^m,66$ de longueur sur $0^m,19$ à $0^m,60$ de largeur.

» Toutes présentent les mêmes caractères ostéologiques, et les carapaces et les plastrons ont la même forme; mais, comme les écailles sont très-friables, il est fort difficile de les conserver lorsqu'on les retire des grès durs qui les renferment.

» Elles ont été recueillies autour d'un bassin d'eau siliceuse qui a formé des grès à plaquettes qui renferment des tiges et des sporanges de *Chara destructa* (de Saporta). Je joindrai aussi à mon envoi plusieurs plaques de *Chara* pour le Muséum.

» Au même horizon géognostique de ces tortues et à côté de leur dépouille fossile, j'ai découvert un fragment de mâchoire et six dents de Lophiodon; elles appartiennent à un individu plus petit que le *Lophiodon Lautricense* de M. Noulet, dont j'avais communiqué deux dents à M. Paul Gervais. Puis j'ai extrait de nombreuses mâchoires de Paléothériums, de Paloplothériums et d'autres animaux; des écailles et des dents de Crocodiles qui, par leur grosseur et leur forme, me semblent appartenir

à trois espèces nouvelles; plus de cent dents molaires, canines, incisives, appartenant à divers ordres de mammifères; plusieurs espèces de Palmiers et des empreintes de plantes dicotylédonées.

» Au point de vue stratigraphique, ces grès reposent sur les marnes gypseuses que je viens encore de découvrir. Ces marnes rouges, colorées par l'oxyde de fer, couronnent les calcaires fossilifères de Castres, si riches en Mollusques appartenant aux genres *Helix, Planorbis, Limnœa, Cyclostoma, Bulimus, Melanopsis,* etc.

» Nos terrains sont donc contemporains de la formation lacustre éocène de Paris, de la Loire, des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, de l'Hérault et de l'Aude, comme je le démontrerai bientôt par ma Carte géologique du Tarn et les coupes qui sont annexées à l'*Esquisse géologique* du même département que je prépare. »

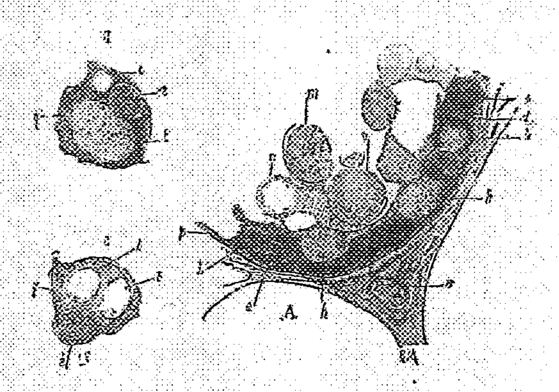
ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une altération des cellules de l'épithélium rénal, au début de la maladie de Bright.* Note de M. **V. Cornil**, présentée par M. Marey.

« Les altérations des cellules épithéliales des *tubuli* du rein, au début de la maladie de Bright (néphrite albumineuse ou parenchymateuse), consistent, d'après les descriptions classiques, dans un état de tuméfaction trouble des cellules. Mais cette lésion est peu marquée, car les cellules des *tubuli contorti* sont obscures, foncées à l'état normal, ce qui est dû à la présence de leurs bâtonnets; elle est peu évidente, et même jusqu'à un certain point contestable. Il est, de plus, très-rare que les malades succombent au début de la maladie de Bright, ce qui rend encore plus douteuse l'anatomie pathologique de cette affection.

» Dans une autopsie d'un malade albuminurique mort le 26 mars 1879 à l'hôpital Saint-Antoine, dans le service de M. Mesnet, j'ai trouvé dans toute la substance corticale des altérations des cellules de l'épithélium qui jusqu'ici n'ont pas été décrites, que je sache. Il s'agissait d'une albuminurie dont le début remontait à moins de deux mois. Le malade rendait une très-minime quantité d'urine et il avait même présenté de l'anurie complète. Il a succombé à une urémie à forme convulsive.

» Des fragments du rein ont été traités par l'acide osmique. Dans la plupart des cellules des tubes contournés restées en place, il existait des vacuoles volumineuses remplies d'une boule ou gouttelette de substance

albuminoïde solidifiée par l'acide osmique. La couche de cellules en bâtonnets, au lieu d'être homogène, montrait des espaces clairs creusés dans les



A, partie d'une section de tube urinifère dont les cellules sont creusées de vacuoles.
d, protoplasma des cellules creusées en *h*, *h*, *h'*, de vacuoles remplies d'une gouttelette granuleuse; *e*, *e* noyaux des cellules; *m*, *n*, *o*, boules de substance protéique qui remplissent la cavité du tube; *p*, paroi du tube; *v*, vaisseau capillaire.
B, C, deux cellules isolées montrant leur protoplasma *q*, leurs vacuoles *t*, *t'*, *t''* et leurs noyaux *s*.

cellules, dont les noyaux étaient parfaitement conservés au milieu de ce qui restait du protoplasma cellulaire. Souvent une cellule montrait deux ou trois de ces vacuoles. Les cellules isolées offraient l'aspect des physalides de Virchow, avec leurs cavités entourées du protoplasma dans lequel se montrait le noyau.

» Les tubes urinifères, dont les cellules sont malades, présentent dans leur lumière une grande quantité de ces boules ou gouttelettes, dont la substance est légèrement teintée par l'acide osmique et qui offre quelques fines granulations protéiques. Les tubes étaient distendus par ces productions. Comme les reins étaient fortement congestionnés, il y avait aussi quelques globules sanguins dans la capsule des glomérules et dans la lumière des *tubuli*.

» Il n'est pas douteux que les boules de substance albuminoïde ne fussent sorties des cellules, car souvent on voyait des cellules épithéliales dont la cavité était vide.

» En s'unissant et se fondant les unes avec les autres dans la lumière des canaux droits, ces boules de substance albuminoïde deviennent des cylindres hyalins ou des cylindres colloïdes.

» Dans ce cas de maladie de Bright, les cellules rénales élaboraient donc dans leur protoplasma et versaient dans l'urine des gouttelettes de substance protéique faciles à voir sous l'influence de l'osmium. Cette fonction patho-

logique des cellules rénales n'est pas sans une grande analogie avec la sécrétion du mucus par les cellules caliciformes de la muqueuse digestive. Elle met en évidence la façon dont l'albumine est sécrétée.

» En est-il ainsi dans tous les cas d'albuminurie? Dans deux autres faits d'albuminurie brightique, j'ai trouvé dans le rein traité également par l'acide osmique des lésions analogues des cellules, consistant dans la production de petites gouttelettes protéiques dans leur protoplasma. Certains tubes urinifères renfermaient aussi des boules d'albumine. Mais les faits ne sont pas encore assez nombreux pour permettre de généraliser. Dans les stades ultérieurs de la maladie, les cellules subissent la dégénérescence graisseuse, en même temps qu'elles contiennent des gouttelettes protéiques, et elles sont désintégrées (néphrite desquammative).

» J'ai trouvé la même lésion des cellules du rein dans un cas de kystes multiples des deux reins provenant d'une autopsie du service de M. Dujardin-Baumetz. Le malade, qui présentait de l'albumine dans les urines, était mort d'urémie comateuse. Dans ce fait, les kystes étaient formés aux dépens des tubes urinifères. Dans les tubes dilatés et en voie de transformation kystique, les cellules qui tapissaient la paroi montraient des vacuoles et des boules d'albumine dans leur intérieur. La cavité des tubes était remplie de boules devenues libres et expulsées des cellules.

» On peut reconnaître cette lésion sur les fragments du rein traités par le liquide de Müller, mais elle est bien moins évidente que par l'acide osmique. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur les Pyrénomycètes des îles Saint-Paul et Amsterdam.* Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« L'étude des organismes inférieurs que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résulte de l'examen des plantes recueillies aux îles Saint-Paul et Amsterdam par M. G. de l'Isle.

» Le *Pleospora herbarum* Tul., micromycète commun sur nos plantes herbacées, ravage le *Plantago Stauntoni* Rchdt., croissant dans les hauts de l'île Saint-Paul. Les taches blanchâtres de cette sphérie présentent les filaments conidifères du *Cladosporium herbarum* Lk. Plusieurs conceptacles à stylospores brunâtres, pourvus de deux gouttelettes huileuses, accompagnent quelques rares appareils thécasporés remarquables par leurs belles spores citrines, pluriseptées.

» Le *Sphæria Desmazierei* Berk., que caractérise le globule amyloïde situé vers le sommet des thèques, croît sur les rameaux du *Philica*, à Saint-Paul.

» Une autre sphérie très-curieuse et nettement caractérisée par la forme de ses spores ovoïdes, indivises et unipores, est le *Sphæria Filholi*, que je suis heureux de dédier à M. le professeur H. Filhol.

» Parmi les pycnides et les spermogonies qu'il ne m'a pas été permis de rattacher à leurs types thécasporés respectifs, je citerai le *Dilophosphora graminis* Desm. et le *Pestalozzia monochæta* Desm.

» Les feuilles du *Plantago Stauntoni* m'ont présenté les pycnides d'un *Pestalozzia* qui ne paraît pas différer du *P. monochæta*. La structure de ses stylospores est des plus curieuses, et j'ai apprécié ailleurs la valeur morphologique du cil unique qui les caractérise. Parmi ces spores, il en est de très-jeunes que l'homogénéité de la masse plasmique, incolore et indivise, fait aisément reconnaître. La coronule qui les surmonte offre trois mamelons fort appréciables, représentant les trois cils du *Pestalozzia*. D'autres stylospores, issus des mêmes pycnides, montrent un accroissement exagéré du mamelon central, qui augmente progressivement à mesure que les deux cils latéraux tendent à disparaître. Une même pycnide permet de reconnaître parmi les spores adultes de nombreux stylospores sur lesquels il est aisé de suivre l'évolution de la coronule, dont l'avortement des deux mamelons latéraux est toujours balancé par le développement exagéré du mamelon central, qui s'allonge et constitue finalement le cil médian unique. L'avortement des deux mamelons, loin d'être accidentel, prend au contraire le caractère d'un fait constant dans cette espèce.

» Grâce à l'obligeance de M. le professeur Bureau, qui a mis à ma disposition l'herbier de Saint-Paul, j'ai pu constater l'existence des Pyrénomycètes dont suit la liste :

Ascophores.

» 1. *Pleospora herbarum* Tul. (conidies, pycnides, périthèces), sur les feuilles du *Plantago Stauntoni* Rchdt., poussant dans les hauts de l'île Saint-Paul.

» 2. *Sphæria Desmazierei* Berk., sur les rameaux des *Philica*, à Saint-Paul.

» 3. *Sphæria Filholi* nov. spec., sur les feuilles du *Danthonia radicans* Stend., île Saint-Paul, côté nord.

Pycnides.

» 4. *Pestalozzia monochæta* Desm. [1], sur les feuilles du *Plantago Stauntoni*, à Saint-Paul.

» 5. *Phoma*, sur les feuilles du *Holcus lanatus*, parties basses de l'île Amsterdam.

---

[1] C'est aussi un *Pestalozzia* (*P. Austra-Caledonica* Crié) qui altère fréquemment les feuilles des *Ionidium* de la Nouvelle-Calédonie.

SPERMOGONIES.

• 6. *Dilophosphora graminis* Desm. ([1]), sur l'*Isolepis nodosa,* plante très-abondante à Amsterdam.

» A part le *Sphæria Filholi,* qui constitue une espèce nouvelle, les autres Pyrénomycètes sont bien connus.

» Leur existence sur les plantes des îles Saint-Paul et Amsterdam m'a permis de suivre l'évolution du globule amyloïde localisé vers le sommet des plus jeunes thèques du *Sphæria Desmazierei,* de constater que les taches du *Pleospora herbarum* sont toujours le siége d'un remarquable phénomène de cohabitation ([2]) et de déterminer la signification morphologique des cils de la coronule dans les stylospores des *Pestalozzia.* »

PALÉONTOLOGIE. — *Considérations sur les Échinides de l'étage cénomanien de l'Algérie.* Note de M. COTTEAU, présentée par M. Hébert.

« M. Peron, M. Gauthier et moi, nous avons entrepris la publication des Échinides jurassiques et crétacés de l'Algérie. Le quatrième et le cinquième fascicule sont consacrés à l'étage cénomanien, si puissant et si largement développé dans nos possessions d'Afrique, et renferment une Notice stratigraphique de M. Peron sur cet étage et la description des 86 espèces d'Échinides qu'on y rencontre.

» L'étage cénomanien, dont l'épaisseur sur certains points dépasse 500 mètres, contribue à la formation de presque tous les grands groupes montagneux de l'Algérie, sauf peut-être ceux du littoral. Suivant les régions où on l'observe, dans le Tell algérien ou sur les hauts plateaux, il se présente sous deux aspects bien distincts, au point de vue minéralogique comme au point de vue paléontologique, et ces dépôts, bien que parallèles et synchroniques, paraissent, au premier abord, appartenir à deux âges différents. Ce vaste ensemble de couches est très-riche en fossiles ; les Échinides surtout abondent et se font remarquer par la variété de leurs genres et de leurs espèces, le nombre de leurs individus et le plus souvent leur admirable conservation.

([1]) Ce *Dilophosphora,* que je tiens pour un *Darluca* à spores ciliées et à cils rameux, habite, aux îles Falkland, les chaumes de plusieurs Graminées.

([2]) Le *Senecio candicans* DC. des îles Malouines m'a offert récemment les pycnides et les périthèces du même *Pleospora.*

» Les 86 espèces d'Échinides recueillies dans cet étage font partie de 29 genres. 37 espèces avaient déjà été signalées dans d'autres ouvrages; 58 sont décrites et figurées pour la première fois. Parmi les 37 espèces déjà connues, 25 se rencontrent en France, toutes essentiellement caractéristiques de l'étage cénomanien, quelques-unes remarquables par leur abondance et leur grande extension géographique. Ces 25 espèces suffisent pour établir un lien étroit entre les dépôts qui se sont formés à la même époque en Europe et en Afrique.

» Les dépôts du Tell algérien et ceux des hauts plateaux, bien que synchroniques, d'après les observations de M. Peron, ont fort peu d'analogie dans leur faune; le nombre des Échinides communs est très-restreint et se réduit à deux : *Hemiaster pseudofourneli* et *Pseudodiadema variolare*. Ces faunes, si nettement tranchées, offrent ce fait particulier que non-seulement les espèces ne passent pas d'une région dans l'autre, mais que les genres eux-mêmes se cantonnent dans des bassins qu'ils ne franchissent pas : le genre *Holaster*, qui compte 8 espèces, ainsi que le genre *Epiaster*, qui en comprend 6, appartiennent exclusivement à la région du nord, tandis que les genres *Holectypus, Goniopygus, Codiopsis*, assez nombreux cependant en espèces, n'ont de représentants que dans les dépôts des hauts plateaux.

» Sur les 34 espèces que renferment les couches cénomaniennes du Tell, 14 se retrouvent en France :

Holaster subglobosus, Agassiz.
» *suborbicularis*, Agassiz.
» *nodulosus*, d'Orbigny.
» *Toucasi*, Coquand.
Epiaster Villei, Coquand.
Echinoconus castaneus, d'Orbigny.
Discoidea cylindrica, Agassiz.
Discoidea subuculus, Klein.
Cidaris vesiculosa, Goldfus.
Peltastes acanthoides, Agassiz.
» *clathrata*, Cotteau.
Goniophorus lunulatus, Agassiz.
Pseudodiadema variolare, Cotteau.
Glyphocyphus radiatus, Agassiz.

» Sur les 54 espèces que contient le cénomanien des hauts plateaux, 12 se rencontrent en France :

Pygurus lampas, Desor.
Archiacia sandalina, Agassiz.
Holectypus incisus, Cotteau.
» *Cenomanensis*, Guéranger.
Anorthopygus orbicularis, Cotteau.
Cidaris Cenomanensis, Cotteau.
Pseudodiadema variolare, Cotteau.
Heterodiadema Libycum, Cotteau.
Goniopygus Menardi, Agassiz.
Coquandi, Cotteau.
Codiopsis doma, Agassiz.
Cottaldia Benettiæ, Cotteau.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur cette double liste pour se con-

vaincre que les dépôts cénomaniens du Tell représentent le cénomanien à facies crayeux du bassin parisien (*étage rhotomagien*), tandis que les dépôts des hauts plateaux, en dehors de toute idée de superposition, correspondent plus spécialement aux grès du Maine et à certaines couches méditerranéennes du sud-ouest de la Provence.

» Quelques types nouveaux et très-intéressants au point de vue zoologique méritent d'être signalés.

» Nous citerons le *Cardiaster pustulifer*, Peron et Gauthier, qui, par sa forme générale, sa partie postérieure évidée et subrostrée, son sillon antérieur large, profond, rétréci à l'ambitus, rappelle le genre *Infulaster*. De gros tubercules, visiblement crénelés et perforés, largement scrobiculés, contribuent à en faire un type tout à fait exceptionnel. Citons également l'*Epiaster verrucosus*, Coquand, que caractérisent ses aires postérieures fortement infléchies, recourbées en forme d'arc, ses plaques interambulacraires larges, hexagones, bombées, munies de sutures déprimées et très-apparentes, et son test complétement couvert de gros tubercules mamelonnés et serrés. L'aspect de cette espèce est étrange, et peut-être serait-il nécessaire d'en faire le type d'une coupe générique nouvelle.

» Parmi les Échinides réguliers, nous mentionnerons en première ligne l'*Heterodiadema Libycum*, très-abondant dans les hauts plateaux, et dont nous avons fait, il y a quelques années, le type d'un genre adopté depuis par tous les auteurs. L'appareil apical n'était connu que par son empreinte, et son prolongement anormal au milieu de l'aire interambulacraire postérieure aurait pu faire penser que le périprocte était excentrique en arrière, par suite peut-être de l'adjonction d'une plaque suranale, comme dans les *Acrosalenia*. Il n'en est rien : sur un des exemplaires décrits, le périprocte est parfaitement visible et occupe le centre de l'appareil, qui ne doit sa forme particulière qu'au développement extraordinaire de la plaque génitale postérieure. Mentionnons également l'*Hemicidaris Batnensis*, dernier représentant d'un genre si abondamment répandu à l'époque jurassique. Son appareil apical formé de plaques génitales allongées, anguleuses, et de plaques ocellaires placées directement sur les bords du périprocte, s'éloigne de l'appareil apical ordinaire des *Hemicidaris* et lui donne une physionomie spéciale, qui tend à le rapprocher de genres d'origine plus récente, les *Diadema*, les *Echinothrix*, etc.

» L'un des types les plus curieux de l'étage cénomanien de l'Algérie est sans contredit le *Coptophyma problematicum*, Peron et Gauthier, espèce unique d'un genre nouveau, que son aspect général, l'étroitesse de ses aires

ambulacraires, offrant vers la base, entre chaque tubercule, de petites fossettes munies de pores, rapprochent du genre *Goniophorus*, auquel je l'avais réuni dans l'origine, mais qui s'en distingue certainement par son appareil apical régulier et dépourvu de plaque suranale. Les dépressions horizontales et profondes qui marquent la suture de ses plaques interambulacraires lui donnent un peu la physionomie des *Glyphocyphus*, dont il se sépare par tous ses autres caractères. »

Observations de M. **Hébert**.

« Je demande à l'Académie la permission d'appeler son attention sur les rapports vraiment remarquables que le travail de M. Cotteau signale entre l'étage cénomanien de la France et celui de l'Algérie. De part et d'autre, un grand nombre des espèces les plus abondantes sont identiques, et, bien que l'Algérie, plus riche que la France, ait fourni à M. Cotteau, pour ce seul étage, 58 espèces nouvelles, c'est à peine si dans ce nombre on pourrait en signaler une ou deux qui se rencontrent en Europe en dehors de l'étage cénomanien. C'est un nouvel exemple de la persistance des faunes fossiles à de grandes distances, et de la sûreté de la méthode paléontologique pour la classification géologique.

» Al. Brongniart n'hésitait pas, il y a soixante ans, à considérer comme synchroniques les calcaires noirs des Alpes et la craie de Rouen, les fossiles étant les mêmes : cette conclusion particulière est devenue une loi générale, confirmée par des milliers d'observations. Si, au contraire, on voulait établir que des couches, soit marines, soit d'eau douce, dont les faunes diffèrent, sont néanmoins contemporaines, ce qui, à la rigueur, n'est pas impossible, on ne saurait exiger une démonstration trop rigoureuse, sous peine de s'exposer à tomber dans de graves erreurs.

» Il ressort encore du travail de M. Cotteau que les limites de l'étage cénomanien, tel que nous le comprenons à la suite d'Alc. d'Orbigny, sont très-nettes; car dans cette riche faune d'Échinides il n'y a rien de commun avec l'étage suivant (étage turonien), qui lui-même renferme un grand nombre de ces fossiles. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 avril 1879.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, n°s 87 à 100 (du 28 mars au 10 avril 1879). Paris, 1879; 13 livr. in-4° autographié.

Exposition universelle de 1878. *Association internationale africaine. Section française. Entretien de* M. Ferdinand de Lesseps. Paris, impr. Pougin, 1878; br. in-8°.

Note sur un appareil destiné à faire connaître la direction de la pression dans une arche biaise; par M. de la Gournerie. Paris, Chamerot, 1879; in-4°. (Extrait des *Nouvelles Annales de la Construction*.)

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 4e série, t. IX, 1876. Lyon, Pitrat et Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-4°.

Un nouvel engrais; par M. J. Brunfaut. Paris, Librairie agricole, 1876; in-8°. (Extrait de la *Réforme économique*.)

Le commencement et la fin des mondes selon la Science, Étude de Géologie terrestre et sidérale; par M. H. Vivarez. Paris, Delsaux, 1878; in-8°.

La roche à Fépin. Contact du terrain silurien et du terrain dévonien, sur les bords de la Meuse; par M. Gosselet. Lille, impr. Six-Horemans, 1879; (Extrait des *Annales de la Société géologique du Nord*.) [Présenté par M. Hébert.]

Catalogue des vignes américaines cultivées dans les collections de l'École d'Agriculture de Montpellier. Montpellier, typogr. Boehm, 1879; in-4°.

Remarques générales sur les Comètes; par M. Th. Bredichin. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Die mechanische Wärmetheorie; von R. Clausius; zweiter Band. Braunschweig, F. Vieweg, 1879; in-8° relié.

Catalogue of the special loan collection of scientific apparatus at the South

Kensington Museum, 1876; third edition. London, George E. Eyre and W. Spottiswoode, 1877; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Guide théorique pour l'Exposition d'appareils scientifiques du Musée de South Kensington, 1876. Paris, Hachette, 1876; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Sur la situation de la rade de Port-Saïd.* Note de M. DE LESSEPS.

« Plusieurs Membres de l'Académie m'ont demandé si l'état de la rade et de l'avant-port de Port-Saïd, à l'entrée du canal maritime, ne nous donnait plus d'inquiétude ; il est certain que, parmi les nombreuses objections faites contre la permanence des travaux du percement de l'isthme de Suez, une seule était restée encore sans une réfutation appuyée par des faits incontestables : c'était l'objection fondée sur la prétendue impossibilité de créer, avec certitude pour l'avenir, un port en pleine côte et dans le voisinage d'un grand fleuve débouchant dans la région où les vents régnant habituellement se dirigent vers l'entrée du canal maritime.

» Déjà, dans la séance du 26 avril 1875, j'avais exprimé l'opinion que l'emploi tout nouveau d'une drague marine, ayant les formes d'un navire de mer, parviendrait à enlever, à peu de frais, les apports de sable ou de vase qui, poussés dans les tempêtes par les vents d'ouest, pourraient se déposer en avant ou autour du musoir de la grande jetée et former une barre qui aurait obligé d'allonger indéfiniment la jetée, dont la longueur était de près de 3000 mètres à partir de sa racine.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux plans permettant de comparer les relevés hydrographiques exécutés dans la rade de Port-Saïd depuis l'origine des travaux jusqu'à l'année 1878.

» Le premier contient les situations relevées :

» 1° En 1859, avant qu'aucun travail n'ait été exécuté sur la plage;

» 2° En 1869, alors que les lignes de fond étaient à leur rapprochement maximum de la plage;

» 3° En 1874, situation dans laquelle ces lignes s'écartaient le plus du rivage.

» Le deuxième plan donne les lignes de sondage, prolongées jusqu'au Boghaz de Gémileh, en 1874, 1876 et 1878, et démontre que pendant ces cinq années la situation de la rade n'a pas sensiblement varié.

» La Note annexée à ces plans développe les raisons qui permettent de considérer les fonds de la rade comme étant arrivés à un état normal d'équilibre et démontre que les travaux de curage qui sont annuellement exécutés suffiront pour maintenir cet état satisfaisant.

» Les courts extraits suivants donneront une idée de la valeur de nos conclusions :

« Peu ou point des limons rejetés par les bouches du Nil parviennent à se fixer définitivement sur la plage sous-marine du golfe de Péluse. Cette plage était, comme le cordon sablonneux qui la borde, à l'état d'équilibre avant que la construction des jetées fût venue modifier, sur une partie de la côte, ces conditions normales....

» Les perturbations opérées par l'établissement des jetées n'ont affecté qu'une portion restreinte de la côte....

» Dans la région même du port, l'état d'équilibre est rétabli depuis plusieurs années et cet équilibre peut être facilement maintenu....

» Les dépôts de sable, qui sont combattus par les draguages, sont surtout formés au nord et au nord-est du musoir de la grande jetée, dans une région ne s'étendant pas à plus de 800 ou 1000 mètres de son pied....

» Au delà de ce périmètre, les dépôts sont de plus en plus vaseux, perdent de leur stabilité et peuvent être déblayés, d'une année à l'autre, par la seule action de la mer....

» On peut en dire autant des dépôts qui tendent à se former à l'ouest du musoir, à une distance de 500 à 1000 mètres de son pied, dans la zone de rencontre du courant infléchi par la jetée et du courant du large; ces dépôts ont peu de fixité et sont nivelés par la mer seule.....

» Cette localisation des apports sablonneux déterminés par la présence des jetées étant bien prouvée par les observations de courants et de sondages, le remède à leur opposer était des plus simples; on comprend que, les draguages directs pouvant enlever chaque année à l'embouchure du chenal, pendant la belle saison, les dépôts formés pendant l'hiver, la situation générale devait tendre et aboutir finalement à un état d'équilibre. C'est ce qui est

arrivé depuis 1874, ainsi que le démontrent les relevés hydrographiques successifs faits depuis cette époque jusqu'à l'année courante....

» L'avancement de la plage, à l'ouest de la jetée, étant à peu près arrêtée, nous ne voyons aucune cause imprévue susceptible d'amener des perturbations dans le régime normal des fonds de la rade....

» Quant aux fonds plus éloignés, des deux côtés extérieurs et au nord du port, ils n'ont encore montré, depuis quatre ans, aucune modification appréciable, ainsi qu'en témoignent les lignes étendues portées sur le plan nº 2 pour les années 1874, 1876 et 1878. Ces régions ne paraissent pas, au delà d'une distance de 2000 à 2500 mètres des jetées, être influencées par elles et devoir jamais perdre, par la suite, leur caractère séculaire de stabilité. »

» Il résulte des dernières correspondances du commandant Roudaire, à la date du 15 avril, que les opérations de sondage exécutées sur la recommandation de l'Académie des Sciences se poursuivent avec vigueur et succès, et qu'elles justifient jusqu'à présent les prévisions favorables au remplissage de la mer intérieure africaine.

» Je crois devoir informer l'Académie que les ingénieurs les plus compétents et des délégués de tous les États d'Europe, d'Amérique, de la Chine et du Japon m'ont fait connaître leur adhésion à la réunion du Congres qui aura lieu le 15 mai prochain, à la Société géographique de Paris, pour déterminer le meilleur tracé d'un canal interocéanique. Je remets sur le bureau deux exemplaires d'un Tableau indiquant sept projets qui seront soumis aux études et à la décision du Congrès. Dans mon opinion, il est certain que cette œuvre si utile sera achevée avant la fin du XIXe siècle, qui a débuté par la guerre et qui se terminera, grâce aux progrès de la Science, par l'ouverture pacifique de communications entre tous les peuples de la terre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches complémentaires sur les produits de la distillation des alcools.* Note de MM. **Is. Pierre** et **Ed. Puchot.**

« En examinant dans nos recherches antérieures les mauvais goûts de tête, nous y avons reconnu la présence de l'aldéhyde (¹), de l'éther acétique (²). Nous avons même pu, dans des recherches subséquentes, séparer ces deux substances par quantités considérables. Nous avions vu

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 246 et suivantes; 1871.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 259; 1871.

aussi comment peut s'expliquer un phénomène de réchauffement spontané qui s'observe dans les premières parties de liquide venues à l'éprouvette si on les met à part (¹).

» Mais dans plusieurs usines, sinon dans toutes, on observe au début des rectifications d'autres phénomènes, particulièrement sensibles dans les reprises de mauvais goûts, et dont nous n'avons pas encore parlé.

» D'abord, le premier liquide venu à l'éprouvette se présente avec une coloration qui peut varier du vert d'herbe clair au jaune de chlore ou même au jaune plus intense. Le contact de ce liquide produit habituellement sur la peau des taches analogues par leur nuance à celles qu'y produit l'iode; ces taches résistent assez longtemps à l'eau et même au savon.

» Dans les produits de tête, on constate aussi une saveur poivrée qui, à un certain moment de leur rectification, est très-mordante; les produits qui présentent ce caractère donnent avec l'eau un coupage louche et opalin.

» A la fin de certaines distillations on observe, sur l'eau restée dans la cornue ou dans l'alambic, une couche huileuse ressemblant à une huile essentielle et aussi quelquefois des matières ayant dans leur aspect de l'analogie avec le goudron.

» Dans les derniers mauvais goûts de tête que nous avons eu l'occasion d'examiner, nous avons eu, mais en petite quantité, des résidus qui ont distillé entre 200 et 330 degrés. Une partie des liquides ainsi obtenus est demeurée incolore; l'alcool qui avait passé avant eux était extrêmement poivré. Ces produits semblaient se résinifier pendant leur rectification; ils laissent une matière goudronneuse assez abondante dans la cornue.

» Nous avons pu reproduire synthétiquement la plupart de ces phénomènes, en opérant sur de l'aldéhyde, de manière à faire voir qu'ils doivent être dus à des altérations ou à des modifications de ce liquide.

» Pour réaliser ces résultats, nous avons employé un ballon surmonté d'un serpentin en verre refroidi, déterminant la condensation complète des vapeurs avec retour du liquide dans le ballon. Nous avons mis dans le ballon 250 grammes d'alcool et 25 grammes d'aldéhyde avec quelques gouttes de potasse, et nous avons chauffé de manière à produire une ébullition peu énergique, mais continue. Le liquide a bientôt pris une teinte verte qui a passé au jaune et graduellement au jaune orangé; 100 grammes d'eau ont été ajoutés dans le ballon et l'ébullition maintenue encore quelque temps. Ce liquide coloré ainsi obtenu, mis en contact avec la peau,

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXII, p. 249 et 262; 1871.

y produisait une coloration jaune, en tout semblable à celle que nous avions constatée avec les produits d'usines.

» Une condition essentielle pour le succès de l'opération est que le liquide soit légèrement alcalin. Nous n'avons pu reproduire cette expérience sans faire intervenir un peu d'une substance alcaline. Elle nous avait d'abord réussi sans addition de potasse; l'alcool qui nous avait servi s'était vraisemblablement trouvé alcalin par accident; nous n'avons pu nous en assurer, le flacon qui contenait cet alcool étant épuisé.

» Dans l'industrie, on ajoute ordinairement de la chaux ou du carbonate de soude aux liquides alcooliques destinés à la rectification.

» Le liquide du ballon a été transvasé dans une cornue pour être distillé; d'abord il a passé incolore, puis bientôt avec une teinte verte, qui s'est mélangée de jaune, de manière à rappeler le chlore en dissolution concentrée. Pendant toute cette distillation, le liquide condensé, dégusté à diverses reprises, avait la saveur mordante et poivrée de certains radis. Dans le résidu aqueux de la cornue, il s'est séparé une matière rouge, de consistance sirupeuse; une nouvelle quantité en a été obtenue par l'évaporation de l'eau mère. Nous allons revenir sur cette matière, qui n'est autre que la résine aldéhyde. Nous dirons seulement ici que, si l'on chauffe cette matière rouge, elle dégage d'abord de l'eau, puis de l'eau mélangée d'un liquide plus léger, et il reste comme résidu une matière qui se solidifie par le refroidissement et possède la cassure résinoïde.

» Nous avons donc ainsi obtenu les colorations observées dans les produits industriels. Nous avons vu la couleur verte se produire dans le ballon, nous l'avons vue entraînée par l'alcool qui distille; cette matière verte est susceptible aussi de distiller avec l'eau; elle est due à de l'aldéhyde en voie de transformation ou peut-être à des traces de résine aldéhyde déjà formée, car, en dissolvant dans de l'alcool affaibli une très-petite quantité de résine brute, nous avons eu une dissolution présentant une teinte verdâtre. Nous avons retrouvé aussi, dans notre expérience, la saveur poivrée dont il a été question plusieurs fois déjà; il est difficile d'en bien définir la cause; nous avons remarqué qu'en ajoutant à de l'alcool le liquide qui se sépare de la résine lorsqu'on la surchauffe, dans la proportion d'une goutte par gramme environ, cet alcool, étendu d'eau, donne un coupage louche qui a la saveur poivrée. Lorsqu'on traite par la potasse, en les chauffant, les liquides poivrés industriels, ils se colorent en jaune, puis en chauffant davantage, en brun, ce qui rappelle les modifications successives de l'aldéhyde en voie de transformation; mais, si le liquide que nous avons séparé

de la résine aldéhyde communique aux alcools une saveur poivrée, l'éther acétique peut intervenir aussi, dans une mesure encore indéterminée, pour donner cette saveur.

» La coloration produite sur la peau nous paraît due à la présence dans le liquide alcoolique d'une quantité suffisante de résine déjà formée, car la résine brute tache d'une manière analogue.

» Le goudron que nous avons obtenu à la fin de certaines rectifications était noir au lieu d'être rouge comme l'aldéhyde l'est devenue dans nos expériences; nous ne pouvons conclure l'identité, mais au moins il y a beaucoup d'analogie. Quant à l'huile essentielle dont une petite quantité se trouve aussi à la fin de certaines rectifications, la question reste à l'étude; ce sont probablement des matières complexes, parmi lesquelles figure l'essence de la résine.

» *Résine aldéhyde.* — En résinifiant l'aldéhyde en présence d'une petite quantité d'alcali, nous n'avons fait que répéter une observation due à Liebig; mais nous avons remarqué que le carbonate de potasse peut produire le même résultat, et nous nous en sommes servis pour préparer la résine aldéhyde en quantité un peu abondante. Nous l'avons obtenue d'une manière satisfaisante par l'une des méthodes suivantes, en nous servant toujours, pour appareil, d'un ballon surmonté d'un serpentin à condensation totale.

» I. On met dans le ballon :

Alcool	200gr
Eau	50
Carbonate de potasse	10
Aldéhyde	50

» On chauffe pendant plusieurs heures, on ajoute 50 grammes d'aldéhyde. On chauffe encore, puis on ajoute de nouvelle aldéhyde, et ainsi de suite alternativement jusqu'à ce que l'alcool devienne sirupeux. Le carbonate de potasse détermine la séparation d'une couche aqueuse, de sorte qu'en décantant la couche supérieure on a une dissolution très-concentrée de résine dans l'alcool.

» II. On peut aussi opérer sans alcool; voici, dans ce cas, les détails d'une opération. Nous avons mis dans le ballon :

Eau	1lit
Carbonate	30gr
Aldéhyde	150gr

» Après une ébullition prolongée, nous avons retiré environ 100 grammes de résine. Sur le même liquide alcalin nous avons rechargé 150 autres grammes d'aldéhyde et chauffé de nouveau; il nous a paru convenable de chauffer au moins dix heures : nous avons retiré 120 grammes de résine.

» La première résine retirée avait été assez difficile à faire sortir du ballon, auquel elle adhérait; la seconde, au contraire, est sortie tout d'un bloc, en glissant sur les parois mouillées du ballon. Cette différence provenait-elle de ce que le mélange avait été chauffé pendant un temps plus long? Une petite quantité de ce produit, demeurée plus longtemps encore dans les eaux mères bouillantes, avait fini par prendre assez de cohésion pour pouvoir être malaxée avec les mains mouillées sans s'y attacher, exactement comme du gluten.

» Cette résine brute, dissoute dans l'alcool, lui communique une grande amertume; en petite quantité dans de l'alcool étendu, elle donne une dissolution verte.

» Ce produit, chauffé dans une cornue, a commencé à 100 degrés à dégager de l'eau; c'était alors de l'eau interposée ou entraînée mécaniquement. Vers 180 degrés le produit s'est mis à bouillir régulièrement : il passait un liquide qui se séparait en deux couches. La température a été portée jusqu'au delà de 330 degrés : le résidu de la cornue s'est boursouflé. Par refroidissement, une partie s'est solidifiée à l'état spongieux; le reste, pris en masse compacte, avait une cassure résinoïde avec des reflets verts par réflexion et une couleur rouge par transmission; en écrasant ou broyant cette substance, on obtient une poussière jaune.

» Il y aurait des recherches intéressantes à faire sur ces produits de décomposition de la résine; il y aurait aussi à chercher si ces transformations de l'aldéhyde, et aussi celles connues sous les noms de *métaldéhyde* et *paraldéhyde* qui se produisent sous l'influence de traces d'acide, se rencontrent dans les boissons fermentées, et quel est leur rôle dans ces boissons et dans les modifications qu'elles éprouvent; mais d'autres travaux commencés nous ont fait ajourner l'étude de ces importantes questions. »

M. **Milne Edwards** présente une Notice sur les explorations faites par les Portugais sur les côtes et dans l'intérieur de l'Afrique; opuscule que M. *Pequito*, l'un des secrétaires de la Société de Géographie de Lisbonne, vient de traduire en langue portugaise.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Thore : MM. Duchartre, Blanchard, Trécul, Van Tieghem, Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph.-Milne Edwards et Decaisne.

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles). Étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

MM. Decaisne, Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Trécul réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Naudin.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, Milne Edwards, Alph.-Milne Edwards et Blanchard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et d'Abbadie.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie) : MM. Gosselin, Vulpian, Bouillaud, Sedillot, Marey, Cloquet, Larrey, Bouley et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne Edwards et Pasteur.

Prix Godard : MM. Gosselin, Bouillaud, Vulpian, Ch. Robin et Cloquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Larrey.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Sur le navisphère, instrument nautique.* Note de M. DE MAGNAC. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, amiral Pâris, d'Abbadie, Yvon Villarceau.)

« Le navisphère est un instrument très-simple, qui fait connaître, sans calculs et en quelques instants, le nom des astres qui sont au-dessus de l'horizon à un moment donné; il permet de relever, à 1 degré près, les hauteurs et les azimuts des mêmes astres. En outre, il détermine avec la même approximation l'angle de route pour aller d'un point à un autre par l'arc de grand cercle et la distance entre ces deux points à 15 milles près. Telles sont les principales propriétés du nouvel instrument; mais il permet encore de résoudre les triangles sphériques dans tous les cas.

» L'instrument se compose de deux parties : la première consiste en une sphère céleste, sur laquelle sont marquées les étoiles de première et de deuxième grandeur; cette sphère repose sur une zone sphérique qui permet de lui donner toutes les positions possibles; la seconde comprend le système de l'horizon, du méridien et du vertical, qui est représenté par un cercle, un demi-cercle et un quart de cercle en metal. Le cercle, dont la face supérieure représente l'horizon rationnel du lieu, est gradué de zéro à 180 degrés. L'arc figurant le méridien est fixé à angle droit sur le cercle d'horizon, de telle manière que la trace horizontale du méridien corresponde exactement à zéro et 180 degrés du cercle horizontal; ce cercle méridien est gradué deux fois de zéro à 90 degrés; le zéro est en son milieu et représente le zénith. L'une des extrémités du quart de cercle figurant le vertical tourne autour d'un axe fixé au milieu du méridien : son autre extrémité est assujettie à glisser le long du cercle d'horizon Le quadrant est divisé de degré en degré à partir de l'horizon.

» Ce systeme d'arcs de cercle permet : 1° de tracer les arcs de grand cercle sur la sphère et de mesurer leurs longueurs; 2° de mesurer les angles formés par deux grands cercles. Il est relativement à la sphère ce que sont une règle graduée et un rapporteur dans les opérations de Géométrie plane. Ainsi qu'il est facile de le voir, on peut avec l'appareil résoudre tous les triangles sphériques; pour ce motif, nous avons donné au système de cercles formant la seconde partie de notre instrument le nom de *métrosphère,* des deux mots grecs *μέτρον*, mesure, et *σφαῖρα*, sphère.

» L'appareil, composé de la sphère et du métrosphère, permet de résoudre, ainsi qu'on l'a annoncé, à une approximation suffisante pour le but proposé, tous les problèmes de navigation; c'est pour cette raison que nous avons appelé cet instrument *navisphère,* des mots latins *navis,* navire, et *sphæra,* sphère.

» Les expériences qui en ont déjà été faites à bord du paquebot *le Washington,* de la Compagnie transatlantique, ont donné des résultats tellement favorables, que l'usage du navisphère ne tardera pas, nous le pensons, à se répandre rapidement dans notre marine et les marines étrangères. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches expérimentales sur les grenailles métalliques des météorites sporadosidères.* Mémoire de M. **S. Meunier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Daubrée, Debray.)

« La forme des grenailles de fer nickelé disséminées dans les sporadosidères indique dans beaucoup de cas les actions qui ont présidé à la formation de celles-ci et permet, par exemple, d'affirmer qu'elles n'ont pas passé par l'état de fusion : en fondant un mélange de substances silicatées et de substances métalliques on obtient bien des grenailles disséminées dans une gangue pierreuse, mais ces grenailles se présentent sous la forme de sphérules comparables à du plomb de chasse et d'autant plus régulières que leur volume est plus faible. C'est ce que montrent nettement les produits de fusion de météorites dont M. Daubrée a enrichi la collection du Muséum.

» Loin d'être sphériques, les grains métalliques de sporadosidères sont au contraire essentiellement anguleux et ramuleux. Dans beaucoup de cas ils forment des enveloppes plus ou moins continues, autour des éléments pierreux de la roche cosmique. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur des spécimens polis, appartenant d'ailleurs aux types lithologiques les plus variés : aumalite, chantonnite, aiglite, lucéite, parnallite, mesminite, ménite, tadjérite, etc. Toujours on reconnaît que la disposition des grenailles est telle, qu'il est clair qu'elles sont de formation postérieure à celle de leur gangue pierreuse.

» Nous sommes donc ici en présence des mêmes conditions que lorsqu'il s'agissait récemment des syssidères concrétionnées [1], et c'est pourquoi j'ai

[1] Stanislas Meunier, *Comptes rendus,* t. LXXXVII, p. 855; 1878.

recherché si les résultats relatifs à celles-ci ne pourraient pas s'étendre aux sporadosidères. Or l'expérience confirme cette prévision : que l'on place dans un tube de porcelaine de petits fragments de péridot bien tassés et qu'on détermine dans leur voisinage la réduction par l'hydrogène d'un mélange de protochlorure de fer et de chlorure de nickel, on reconnaîtra après refroidissement, en polissant une surface plane au travers de la brèche cimentée par le métal, que l'alliage s'y est insinué en grenailles absolument impossibles à distinguer des grenailles métalliques des météorites. L'échantillon que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, en même temps qu'un fragment de météorite, montre que l'identité est absolue.

» Toutefois, avant d'appliquer ce résultat à l'histoire de toutes les sporadosidères, il faut lever une difficulté très-considérable, au moins en apparence. J'ai fait voir en effet que, si un fragment d'aumalite, ou de lucéite, ou d'aiglite, etc., est porté, même pendant peu de temps, à la chaleur rouge, il subit une transformation métamorphique qui le teint en noir et lui communique tous les caractères de la tadjérite [1]. Il en résulte que, soumise à l'expérience qui permet d'imiter les syssidères concrétionnées, toute météorite grise se transformerait, et que, par conséquent, ce n'est pas ainsi que l'aumalite, la lucéite, etc., se sont chargées des grenailles métalliques qui les remplissent.

» Il fallait donc rechercher si l'on pourrait baisser la température de l'expérience sans cesser de déterminer la réduction des métaux. Or j'ai constaté, par des essais faits successivement à des degrés thermométriques de moins en moins élevés, que bien avant le rouge la réduction est abondante. Le tube étant placé dans un bain de sable, on a obtenu du fer métallique en même temps qu'un petit fragment de lucéite, employé comme témoin, se maintenait avec sa couleur blanche primitive. A 500 degrés l'expérience marche très-nettement, et il ne faudrait évidemment que du temps pour obtenir un résultat complet. A 300 degrés et même au-dessous, le protochlorure de fer, traité dans un bain d'huile par un courant d'hydrogène, dégage de l'acide chlorhydrique, et le résidu abandonne ensuite à l'aimant des grains magnétiques. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire de supposer une température aussi basse dans les points du milieu météoritique où les sporadosidères se sont constituées.

» Ces faits, qui éclairent, comme on voit, de nouveaux détails de la géologie des météorites, me paraissent aussi de nature à élucider une impor-

---

[1] STANISLAS MEUNIER, *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 771 ; 1870.

tante question qui concerne notre propre globe : il s'agit de l'origine des roches à fer natif du Groënland, roches dont les grenailles métalliques ont rigoureusement les caractères de forme et de situation relative des grenailles météoritiques. Ici encore l'observateur est en présence de particules de fer anguleuses et ramifiées, évidemment non fondues. On ne peut donc pas voir, quoi qu'on en ait dit, dans les masses groënlandaises le produit de la réduction de la dolérite par le lignite au travers duquel elles ont fait éruption, et j'ajouterai qu'on arrive à la même conclusion quand on compare la portion silicatée de ces roches métallifères soit aux dolérites ordinaires, qu'elle reproduit exactement, soit, comme je l'ai fait dans un travail spécial, au résidu de la réduction du basalte par le charbon, résidu dont elles diffèrent profondément. Suivant moi, les roches à fer natif représentent des échantillons de couches très-profondes de notre globe. Quant au mécanisme de leur sortie, on peut le concevoir d'une manière très-simple si l'on se rappelle qu'elles ne forment, en définitive, que des blocs plus ou moins volumineux, mais restreints, empâtés dans du basalte absolument ordinaire, disposition qui avait conduit d'abord M. Nordenskiöld à y voir une eukrite tombée du ciel dans la roche plutonique fondue. Il suffit donc d'admettre que ce basalte, sortant des profondeurs comme il a fait partout, a pu exceptionnellement arracher des fragments d'une assise à fer natif et les charrier sans les fondre jusqu'aux régions superficielles. C'est exactement la reproduction de ce qui a eu lieu si souvent pour le péridot et la dunite amenés au jour par les basaltes, qui ne les ont pas fondus.

» Si l'on admet cette opinion, on voit que l'étude des météorites, en nous révélant le procédé par lequel les grenailles métalliques se sont concrétionnées dans les roches d'Ovifak, contribue d'une manière très-efficace à nous procurer la connaissance de notre propre globe. C'est un exemple de plus des secours mutuels que se prêtent les différents chapitres de la Géologie comparée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production artificielle du bioxyde de manganèse.* Note de M. A. Gorgeu, présentée par M. Thenard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Thenard, Des Cloizeaux, Debray.)

« La substance que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie est du bioxyde de manganèse artificiel ayant toutes les pro-

priétés et les caractères de la polianite; il n'en diffère, en effet, ni par la densité, ni par la dureté, ni par la couleur, ni même par la cristallisation, autant du moins que la petitesse des cristaux a permis à M. Des Cloizeaux de le constater; il laisse aussi une trace noire sur la porcelaine dégourdie et retient dans les mêmes proportions quelques traces d'eau d'interposition. Sa composition chimique est également identique à celle de la polianite et de la pyrolusite; comme elles, il titre de 36,50 à 36,75 pour 100 d'oxygène quand il a été desséché.

» On l'obtient en chauffant lentement et longuement, à une température de 155 à 162 degrés, de l'azotate de manganèse dans une fiole de verre placée dans un bain d'huile ou de paraffine. Les échantillons que nous présentons ici proviennent d'un triage fait à l'aide du tamis sur le produit d'une opération qui a duré vingt-quatre heures, et dans laquelle 800 grammes d'azotate cristallisé ont été employés.

» Est-ce par ce même procédé que la nature a opéré pour constituer le même minéral? Il serait bien téméraire de l'affirmer; cependant il est permis de faire observer qu'il fut dans l'histoire du globe un temps où tous les éléments chimiques et physiques se sont trouvés réunis pour qu'il en soit ainsi. Cette réflexion ne nous a pourtant pas empêché de rechercher d'autres méthodes, et nous avons traité, soit à froid, soit à chaud, du protoxyde ou du carbonate de manganèse par des oxydants, des manganites ou des permanganates par l'acide azotique; nous avons abandonné de l'acide permanganique à la décomposition spontanée; nous avons enfin électrolysé des sels de manganèse étendus.

» De toutes ces expériences nous n'avons jamais retiré que des suroxydes de manganèse amorphes, renfermant 4 à 30 pour 100 d'eau, titrant à l'état sec de 35,20 à 36,50 d'oxygène, au lieu de 36,75, et neutralisant de 1 à 14 pour 100 de potasse, ce que ne fait jamais le bioxyde cristallisé, qu'il soit artificiel ou naturel.

» De plus, nous avons constaté qu'après trois ans d'exposition à l'air tous ces oxydes artificiels n'ont pas varié, qu'au sein de l'eau distillée, sur sept échantillons d'origines diverses, aucun ne s'est déshydraté et n'a cristallisé; seulement il en est un qui est devenu neutre (c'est celui qui a été obtenu par une action prolongée du chlore sur le carbonate de manganèse), et un autre a perdu le tiers de sa capacité de saturation (celui-ci provenait de l'action de l'acide azotique sur un manganite de potasse).

» La chaleur elle-même maintenue pendant vingt-quatre heures à 200 degrés, après leur avoir fait perdre presque toute leur eau d'hydratation, les

a laissés amorphes et n'a fait qu'abaisser leur capacité de saturation.

» Ce n'est donc pas par ces divers procédés que la polianite et la pyrolusite se sont produites dans la nature. Mais comment expliquer leur pureté presque complète, c'est-à-dire, dans l'hypothèse qu'elles sont le produit de la décomposition de l'azotate de manganèse, par quelle voie se sont éliminées les matières qui devaient accompagner ce sel?

» Pour résoudre la question, nous avons à de l'azotate de manganèse mélangé des proportions diverses tantôt de chlorure ou de sulfate de manganèse, tantôt d'azotates de baryte, de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, et de fer; or, dans aucun cas, le bioxyde de manganèse artificiel et cristallisé ne s'est trouvé souillé par la présence de l'une de ces matières. Le fer lui-même, en raison de ce que son azotate se décompose avant celui de manganèse, se sépare le premier; aussi les cristaux de bioxyde de manganèse que l'on trie dans la masse n'en contiennent-ils pas.

» Il est donc permis de soupçonner que, dans la formation de la polianite et de la pyrolusite, le fer en suspension dans la masse très-fluide d'azotate de manganèse fondu s'est d'abord décanté et que la décomposition de l'azotate manganeux n'a eu lieu qu'après cette décantation, qu'il en a été de même pour tous les autres produits poudreux qui pouvaient se trouver mélangés à l'azotate de manganèse; quant aux sels qui se décomposent au-dessus de 155 degrés, ils se sont nécessairement éliminés d'eux-mêmes.

» En résumé, ces expériences viendraient confirmer l'hypothèse déjà émise en 1860 (¹) par MM. Sainte-Claire Deville et Debray sur l'origine des bioxydes de manganèse naturels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tritungstates.* Mémoire de M. **J. Lefort**, présenté par M. Fremy. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Nous avons fait connaître, dans un précédent Mémoire, la composition des mono et des bitungstates des oxydes terreux et métalliques; cette troisième partie de nos recherches est consacrée à l'étude des tritungstates ou, pour mieux parler, des sels qui résultent de la décomposition par le tritungstate de soude des acétates terreux et métalliques les plus connus. La manière de préparer les tritungstates est très-simple: on prend des équi-

(¹) *Comptes rendus*, t. L, p. 868.

valents égaux de tritungstate de soude et d'un acétate quelconque, dissous l'un et l'autre dans la plus petite quantité d'eau possible, et l'on mélange les deux liqueurs. Sauf avec les acétates de baryte, de strontiane et de plomb, dont les tritungstates sont peu solubles dans l'eau, tous les autres mélanges restent transparents, parce que les tritungstates qui en résultent sont solubles dans le milieu où ils se forment. Pour les séparer de leur eau mère, on verse la liqueur dans de l'alcool concentré qui les précipite le plus ordinairement en une masse demi-solide, parfois poisseuse, et qui, par la manière même dont elle s'agglomère, se purifie en quelque sorte d'elle-même. Ce précipité gommeux, une fois obtenu, est lavé encore avec de l'alcool étendu et séché au bain-marie.

» Les tritungstates sont, en général, peu stables; ainsi, soit à l'état de dépôt poisseux, soit à l'état de poudre séchée au bain-marie, si on les reprend par l'eau, ils se décomposent plus ou moins en bitungstates insolubles et en quadri ou métatungstates solubles, d'après cette équation

$$2[3(TuO^3), MO] = 2(TuO^3), MO + 4(TuO^3), MO.$$

» Avec les acides minéraux, les tritungstates sont décomposés sans donner, dans le premier moment, de l'acide tungstique; mais, après plusieurs heures, l'acide tritungstique, mis ainsi en liberté et étant peu stable de sa nature, se dédouble en précipitant de l'hydrate d'acide monotungstique.

» A part le composé mercuriel, tous les acétates des oxydes mono-atomiques avec lesquels nous avons mis en contact le tritungstate de soude ont donné lieu à des tritungstates ayant pour formule générale

$$3(TuO^3), MO, Aq.$$

» Le tritungstate de soude et l'acétate mercurique donnent un sel qui a pour composition

$$5(TuO^3), HgO,$$

qui peut être représenté aussi par

$$3(TuO^3)HgO + 2(TuO);$$

la découverte de ce sel est une nouvelle preuve de l'existence des pentatungstates.

» Mais avec les acétates des sesquioxydes les sels sont différents, leur composition n'est pas aussi uniforme et, de plus, ils ne se prêtent pas aussi

facilement que les précédents à la nomenclature dualistique. Ce point est assez intéressant pour être signalé ici avec détail.

» Tous les travaux de nos devanciers, Laurent, MM. Marguerite, Riche, Marignac, Schleiber, Lotz, etc., montrent que l'acide tungstique, par son caractère essentiellement polyatomique, présente dans ces réactions des phénomènes particuliers qui le séparent nettement de la plupart des acides minéraux, et la découverte de la nouvelle série de tungstates que nous faisons connaître aujourd'hui en donne une autre preuve.

» Lorsque nous avons indiqué sous les noms de *bitungstates* d'alumine et de chrome des sels ayant pour compositions brutes

$$4(TuO^3), Al^2O^3, Aq,$$
$$4(TuO^3), Cr^2O^3, Aq,$$

ou pour formules rationnelles

$$3(TuO^3), Al^2O^3 + TuO^3, Aq,$$
$$3(TuO^3), Cr^2O^3 + TuO^3, Aq,$$

nous ne nous dissimulions pas que notre langage n'était pas absolument conforme à notre nomenclature habituelle. En effet, le tunsgtate neutre d'alumine étant $3(TuO^3), Al^2O^3$, le bitungstate de cette base devrait être $6(TuO^3), Al^2O^3$, ou mieux $3(TuO^3), Al^2O^3 + 3TuO^3$, de même que, s'il existait des bisulfates d'alumine, de chrome, de fer, d'antimoine, de bismuth, etc., leur formule dualistique serait $6(SO^3), M^2O^3$ ou $3(SO^3)M^2O^3 + 3SO^3$. Mais personne n'ignore que les bisulfates, les biphosphates, les bitartrates, les bioxalates, etc., de sesquioxydes sont encore à découvrir; on se demande même si tous ces sels, étant à l'état de sels neutres, ne prendraient pas, comme les tungstates neutres, 1 seul équivalent d'acide au lieu de 3, pour se convertir en sels acides. Il est digne de remarque que l'acide tungstique vient à l'appui de cette dernière supposition.

» Quoi qu'il en soit, et en attendant que cette question de statique chimique reçoive de plus nombreux développements, nous désignerons et nous formulerons les tungstates de sesquioxydes de la manière suivante :

Tungstate neutre	$3(TuO^3), M^2O^3$
Bitungstate	$3(TuO^3), M^2O^3 + TuO^3$
Tritungstate	$3(TuO^3), M^2O^3 + 2TuO^3$
Quadritungstate	$3(TuO^3), M^2O^3 + 3TuO^3$

» Nous résumons, sous forme de Tableau, la composition des tritungstates et des sels analogues consignés dans notre Mémoire :

Tritungstates de monoxydes terreux et métalliques.

$3(TuO^3), BaO, 4HO$
$3(TuO^3), SrO, 5HO$
$3(TuO^3), CaO, 6HO$
$3(TuO^3), MgO, 4HO$
$3(TuO^3), MnO, 5HO$
$3(TuO^3), FeO, 4HO$
$3(TuO^3), NiO, 4HO$
$3(TuO^3), CoO, 4HO$
$3(TuO^3), CdO, 4HO$
$3(TuO^3), PbO, 2HO$
$3(TuO^3), HgO, 7HO$

Pentatungstate mercurique.

$5(TuO^3), HgO, 5HO$ ou $3(TuO^3), HgO + 2(TuO^3), 5HO$

Tungstates de sesquioxydes.

Tritungstate..........	$3(TuO^3), Al^2O^3 + 2(TuO^3), 6HO$
Bitungstate...........	$3(TuO^3), Fe^2O^3 + TuO^3, 4HO$
Tritungstate..........	$3(TuO^3), Cr^2O^3 + 2(TuO^3), 5HO$
Quadritungstate.......	$3(TuO^3), Sb^2O^3 + 3(TuO^3), 8HO$
Quadritungstate.......	$3(TuO^3), Bi^2O^3 + 3(TuO^3), 8HO$

» Nous aurions voulu joindre à cette série les tritungstates de zinc, de cuivre, d'argent et d'urane; mais ces composés sont si peu stables, les analyses que nous en avons faites sont si peu concordantes, que nous avons préféré les passer sous silence, afin de ne pas introduire dans l'histoire du tungstène des renseignements incomplets ou inexacts. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'emploi méthodique des verres de couleur dans l'achromatopsie.* Note de M. **Coursserant.**

(Renvoi à l'examen de M. Chevreul.)

« Des expériences d'Optique physiologique ont établi que l'intensité apparente d'une couleur est très-augmentée lorsque l'œil a fixé pendant un certain temps la couleur complémentaire de cette couleur. Le phénomène, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur moi-même, est d'autant plus accusé que la rétine a été impressionnée sur une plus grande étendue.

» Mon œil gauche, dont la pupille a été au préalable largement dilatée

par l'atropine, est maintenu pendant un certain temps dans une obscurité parfaite ; puis je fixe avec cet œil, pendant quelques minutes, à travers une lame de verre de couleur verte (couleur complémentaire du rouge), une feuille de papier blanc sur laquelle est collée une bande étroite de papier rouge cerise, le tout éclairé par une bonne lumière naturelle. Lorsque je découvre l'œil en expérience, la bande rouge m'apparaît plus éclatante, et en même temps toute la surface blanche présente pendant quelques secondes un aspect rosé vif.

» Dans cette expérience, la lumière verte transmise à la rétine, mettant en activité les éléments nerveux verts de la membrane, ne favorise-t-elle pas chez les éléments rouges de celle-ci un travail électrochimique, dont le résultat est une augmentation de la sensation rouge lorsque cette dernière vient à être mise en jeu par un excitant lumineux approprié. Les nouvelles et intéressantes recherches faites sur le pourpre rétinien ne nous autorisent-elles pas à croire que l'excitation exclusive de certains éléments nerveux de la rétine peut engendrer dans certains éléments au repos, et dans certaines conditions encore indéterminées, la production et l'accumulation d'une quantité de travail qui se manifestera sous la forme de lumière diversement colorée quand ces éléments reposés, sollicités à leur tour, seront mis en jeu ?

» Appliquant ces vues purement hypothétiques à la Pathologie, je suis en train d'essayer la lumière verte chez les malades daltoniens. On sait que la couleur rouge est une des premières à disparaître ; en la restituant à l'œil, n'augmentera-t-on pas dans une certaine mesure l'ensemble de l'acuité visuelle? Dans certaines affections du système nerveux, l'aura part souvent d'une perturbation de la faculté visuelle et l'achromatopsie est assez fréquente. En étudiant ce symptôme et en le traitant par les moyens que j'essaye d'indiquer, on pourra peut-être rendre certains services à une grande classe de malades.

» D'après plusieurs expériences faites sur moi-même, il m'a semblé que la sensation lumineuse était encore augmentée lorsqu'un courant constant faible (2 à 3 éléments de Gaiffe) traversait la rétine au moment de la production du phénomène, quelle que soit la direction donnée à ce courant. »

M. E. Wiart soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Démonstration mathématique du système de propulsion des navires par les vagues avec l'appareil inventé par M. E. Delaurier. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Guyot** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la coloration du ciel et des nuages à Nancy pendant le premier semestre de l'année 1878.

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu.)

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à la marche d'un cyclone observé dans les premiers jours du mois d'avril.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance .

1° Deux Ouvrages de M. *Schützenberger*, intitulés : « Fragments de Philosophie médicale » et « Études pathologiques et cliniques ». (Présentés par M. Sedillot.)

2° Un Ouvrage en quatre volumes de M. l'abbé *Moigno*, portant pour titre : « Les splendeurs de la foi ».

M. A. **Agassiz** adresse ses remercîments à l'Académie pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet et s'excuse de les adresser aussi tardivement; il était absent au moment où l'avis lui a été transmis.

M. Ch. **Rouget** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la chaire de Physiologie générale actuellement vacante au Muséum.

(Renvoi à la Section.)

ASTRONOMIE. — *Observations des phénomènes des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse en* 1878, transmises par M. **Baillaud**.

« Les notations ont été expliquées dans la Communication du 24 février, contenant les observations d'éclipses des mêmes satellites. Le temps employé est le temps moyen de Toulouse, la lettre I désigne l'immersion,

E l'émersion. Ces observations ont été faites sous la direction de M. Tisserand.

Date de l'observation.		Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
				Premier satellite. — Passages sur le disque.			
						h m s	h m s
1878. Juin	16..	I	*d*	P	A	13. 3.36	13. 8. 1
»	25..	E	*p*	P	A	11.33.37	11.36.15
Juillet	9..	I	*a*	P	A	12.44.57	12.48.41
»	9..	E	*g*	P	A	15. 2.35	15. 6. 7
»	16..	I	*g*	P	A	14.27. 7	14.32.12
»	16..	I	*g*	B	F	14.24.26	14.34. 2
»	18..	I	*d*	B	F	8.52.58	8.57.23
»	18..	E	*a*	B	F	11.11.15	11.16.22
Août	8..	I	*a*	P	A	14. 6. 2	14. 9.55
»	8..	I	*a*	B	F	14. 2.41	14. 9.31
»	10..	E	*g*	P	A	10.50.28	10.53.53
»	10..	E	*g*	B	F	10.48.58	10.53.53
»	17..	I	*a*	P	A	10.17.18	10.20.58
»	17..	I	*a*	B	F	10.17.32	10.21.42
»	17..	E	*n*	P	A	12.33.45	»
»	17..	E	*n*	B	F	12.36. 2	»
»	24..	I	*t*	P	A	12. 3.17	»
»	24..	I	*t*	B	F	12. 2.51	»
»	26..	E	*g*	P	A	»	8.51. 5
»	26..	E	*g*	B	F	8.48.15	8.51.14
				Premier satellite. — Passages sur le disque.			
1878. Sept.	2..	I	*a*	P	A	8.17. 4	8.21.14
»	2..	I	*a*	B	F	8.16.35	8.20. 8
»	2..	E	*a*	P	A	10.33.16	10.37.41
»	2..	E	*a*	B	F	10.34.43	10.37.58
»	18..	E	*a*	P	A	8.38.28	8.42.38
»	18..	E	*a*	B	F	8.39.19	8.43. 9
Oct.	2..	I	*g*	P	A	10. 4.50	10. 8.30
»	2..	I	*g*	B	F	10. 5. 5	10. 8. 8
»	11..	I	*a*	B	F	6.25.49	6.29.51
»	11..	E	*a*	P	A	8.43.35	8.47.49
»	11..	E	*a*	B	F	8.44.53	8.47.59
				Premier satellite. — Occultations par le disque.			
1878. Mai	9..	E	*g*	P	A	14.39.11	14.43.21
»	25..	E	*g*	P	A	12.48.33	12.52.51

Date de l'observation.		Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
Premier satellite. — Occultations par le disque.							
						h m s	h m s
1878. Juin	1..	E	*a*	P	A	14.37.30	14.41.36
»	24..	E	*a*	P	A	14.24.35	14.28.10
Juillet	17..	I	*a*	B	F	14. 5. 1	14.10.19
»	31..	I	*l*	P	A	15. 8. 6	»
Août	9..	I	*g*	P	A	11.21.35	11.26.30
»	9..	I	*g*	B	F	11.21.24	11.26. 9
»	16..	I	*g*	P	A	13. 7.56	13.12. 1
»	16..	I	*g*	B	F	13. 6.58	13.11.58
Sept.	17..	I	*a*	P	A	9.12.46	9.16.37
»	17..	I	*a*	B	F	9.12.50	9.16.42
Oct.	3..	I	*g*	B	F	7.23.31	7.27.30
»	10..	I	*g*	P	A	9.15.17	9.19.49
»	10..	I	*g*	B	F	9.15.54	9.19.12
Premier satellite. — Passages de l'ombre.							
1878. Juin	16..	E	*g*	P	A	14.30.34	»
Juillet	9..	I	*d*	P	A	12.24.37	12.28.59
»	16..	I	*g*	P	A	14.19.18	14.23.38
»	18..	E	*a*	B	F	11. 2.53	11. 5.52
Août	8..	I	*g*	P	A	14.31. 4	14.34.41
»	10..	E	*a*	B	F	11.12. 4	11.16.22
»	17..	I	*a*	P	A	10.52.52	10.55.52
»	17..	I	*a*	B	F	10.53.12	10.56.27
Sept.	2..	I	*a*	P	A	9.10.53	9.14.19
»	2..	I	*a*	B	F	9.11.38	9.14.23
»	18..	I	*a*	B	F	7.29.54	7.32.20
Deuxième satellite. — Passages sur le disque.							
1878. Juin	25..	E	*a*	P	A	14. 5.13	14. 9.13
Août	3..	I	*g*	P	A	11.40.56	11.45.12
»	21..	E	*g*	P	A	8.20. 5	8.23.50
»	21..	E	*g*	B	F	8.20.31	8.24.56
Sept.	4..	I	*t*	P	A	10. 7.30	10.11. 3
Deuxième satellite. — Occultations par le disque.							
1878 Juin.	2..	E	*g*	P	A	12.23.18	12.27.28
Juillet	4..	E	*g*	P	A	10.46.43	10.49.58
»	4..	E	*d*	B	F	10.47.28	»
»	11..	E	*a*	P	A	13. 1.43	»
»	11..	E	*a*	B	F	13. 0.36	»

Deuxième satellite. — Occultations par le disque.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
					h m s	h m s
1878. Juillet 18..	E	*a*	B	F	15.14.39	15.19.53
Août 12..	I	*g*	B	F	8. 6.18	8.12.31
» 19..	I	*g*	P	A	10.25. 0	10.29.55
» 19..	I	*g*	B	F	10.25.11	10.28.45
Oct. 15..	I	*a*	B	F	5.50.51	5.55.14

Deuxième satellite. — Passages de l'ombre.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Juin 25..	E	*a*	P	A	12.41. 4	12.45.18
Juillet 9..	I	*g*	P	A	15. 3.29	15. 7. 2

Troisième satellite. — Passages sur le disque.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Juillet 4..	I	*a*	P	A	13.15.22	13.22.59
Août 9..	I	*d*	P	A	9.15.24	9.22.24
» 9..	I	*d*	B	F	9.15.24	9.24. 9
» 16..	E	*a*	P	A	12.34.46	12.41.23
» 16..	E	*a*	B	F	12.34.38	12.42. 3
Sept. 28..	E	*g*	P	A	9.53.23	9.58.53
» 28..	E	*g*	B	F	9.55.27	9.58. 2

Troisième satellite. — Occultations par le disque.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Juin 2..	E	*a*	P	A	13.15.23	13.21.49
Juillet 15..	E	*g*	P	A	9.45.33	9.51.41
» 15..	E	*g*	B	F	9.46.29	9.54.27
» 22..	E	*a*	B	F	15.14.39	15.19.53
Sept. 3..	E	*a*	P	A	9. 8.31	9.13.33
» 10..	E	*a*	P	A	9. 7.24	9.14.14

Troisième satellite. — Passages de l'ombre.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Juillet 4..	I	*d*	P	A	11.21.12	11.28. 2
Août 9..	E	*g*	P	A	10.47.20	10.54.10
» 16..	I	*a*	P	A	11.18. 5	11.23.25
» 16..	I	*a*	B	F	» »	11.23.38

Quatrième satellite. — Passages sur le disque.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Sept. 9..	I	*l*	P	A	11.13.31	»

Quatrième satellite. — Passages de l'ombre.

Date de l'observation.	Phénomène.	Remarques.	Observateur.	Instrument.	Premier contact.	Deuxième contact.
1878. Juin 1..	E	*m*	P	A	12.23.56	»

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formation d'une fonction* $F(x)$ *possédant la propriété* $F[\varphi(x)] = F(x)$. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Je me propose de généraliser le mode de représentation analytique des fonctions périodiques et de montrer comment on peut former une fonction $F(x)$ possédant la propriété exprimée par l'équation

$$F[\varphi(x)] = F(x), \tag{1}$$

où $\varphi(x)$ désigne une fonction donnée.

» Soit $\varphi_{-1}(x)$ la fonction inverse de $\varphi(x)$, et posons, pour simplifier l'écriture,

$$\varphi_n(x) = \varphi\{\varphi[\ldots, \varphi(x)]\},$$
$$\varphi_{-n}(x) = \varphi_{-1}\{\varphi_{-1}[\ldots, \varphi_{-1}(x)]\},$$

les symboles fonctionnels φ et φ_{-1} étant employés n fois dans les seconds membres. Considérons en outre une fonction rationnelle $f(u)$ d'une variable u et formons la série

$$F(x) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} f[\varphi_n(x)], \tag{2}$$

$f[\varphi_n(x)]$ étant ce que devient $f(u)$ quand on y remplace u par $\varphi_n(x)$. Si cette série (2) est convergente, elle définit une fonction $F(x)$ qui possède la propriété (1) et par suite aussi la propriété

$$F[\varphi_{-1}(x)] = F(x). \tag{3}$$

» *Exemples.* — Je vais d'abord appliquer cette méthode à un cas simple, en me proposant de former une fonction $F(x)$ telle que $F(x^2) = F(x)$, quoique, par un simple changement de variables, on puisse former de pareilles fonctions à l'aide des fonctions périodiques. Dans le cas présent, on a

$$\varphi(x) = x^2, \quad \varphi_{-1}(x) = x^{\frac{1}{2}}, \quad \varphi_n(x) = x^{2^n}, \quad \varphi_{-n}(x) = x^{2^{-n}}.$$

Prenons la fonction rationnelle $f(u)$ égale à

$$u^2(1-u)^2.$$

La série

$$F(x) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} x^{2^{n+1}}(1 - x^{2^n})^2$$

est convergente pour toute valeur de x dont le module est plus petit que l'unité, et l'on a

$$F(x^2) = F(x) = F(\sqrt{x}).$$

» Cette fonction $F(x)$ peut être composée à l'aide des deux fonctions plus simples

$$(4) \qquad \psi(x) = x^2 + x^4 + \ldots + x^{2^n} + \ldots,$$

$$(5) \qquad \psi_1(x) = \left(x^{\frac{1}{2}} - 1\right) + \left(x^{\frac{1}{4}} - 1\right) + \ldots + \left(x^{\frac{1}{2^n}} - 1\right) + \ldots;$$

on a, en effet,

$$F(x) = 2\left[x(1 - x^2) - \frac{3}{2} + \psi(x) - \psi(x^3) + \psi_1(x) - \psi_1(x^3)\right].$$

La fonction $\psi(x)$ est holomorphe dans l'intérieur du cercle de rayon égal à l'unité. La série (5) est convergente pour toutes les valeurs de la variable; elle définit une fonction $\psi_1(x)$ non uniforme, ayant un point critique à l'origine; on peut aussi développer cette fonction en une série procédant suivant les puissances du logarithme népérien de x :

$$\psi_1(x) = Lx + \frac{(Lx)^2}{1.2}\frac{1}{2^2 - 1} + \ldots + \frac{(Lx)^n}{1.2\ldots n}\frac{1}{2^n - 1} + \ldots.$$

» Pour donner un second exemple, je suppose $\varphi(x) = x^3 - 1$, $\varphi_{-1}(x) = \sqrt[3]{x+1}$, et je ne considère que des valeurs réelles de la variable, en convenant de prendre la valeur réelle des radicaux cubiques. Soit a la racine positive de l'équation

$$(6) \qquad a^3 - a - 1 = 0;$$

prenons pour la fonction rationnelle $f(u)$ l'expression

$$f(u) = \frac{u - a}{u^2},$$

et formons la série

$$(7) \qquad F(x) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{\varphi_n(x) - a}{[\varphi_n(x)]^2}.$$

» Cette série est convergente pour toutes les valeurs de la variable, à l'exception de certaines valeurs particulières qui rendent infini un des termes, comme, par exemple, 0, 1, ... La fonction $F(x)$ ainsi définie

possède la propriété

$$F(x^3 - 1) = F(x) = F(\sqrt[3]{x+1}).$$

» Je vais démontrer la convergence de la série (7) en supposant la variable x plus grande que a; un raisonnement analogue s'appliquerait aux valeurs de x plus petites que a. Je remarque d'abord que $\varphi_n(x)$ et $\varphi_{n-1}(x)$ sont liés par la relation

$$\varphi_{n-1} = \sqrt[3]{\varphi_n + 1},$$

que n soit positif ou négatif. Posons

$$\varphi_n - a = u_n, \quad \sqrt[3]{a + 1 + u_n} = R_n;$$

la relation précédente devient

$$u_{n-1} = R_n - a$$

ou encore

$$u_{n-1} = \frac{R_n^3 - a^3}{R_n^2 + aR_n + a^2} = \frac{u_n}{R_n^2 + aR_n + a^2}.$$

» Cette relation montre d'abord que u_n et u_{n-1} sont de même signe; il en résulte qu'ils sont tous deux positifs, car $u_0 = x - a$ est supposé positif. Ensuite, comme la valeur minimum du dénominateur

$$R_n^2 + aR_n + a^2$$

est $\frac{3}{4}a^2$ et que la racine a est plus grande que $\frac{4}{3}$, on a

(8) $$u_{n-1} < \frac{3}{4}u_n.$$

» Si alors je prends dans la série (7) les termes correspondant à des valeurs positives de u

$$F_1 = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\varphi_n - a}{\varphi_n^2} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{u_n}{(u_n + a)^2},$$

je vois que cette série est convergente, car la relation (8) donne

$$u_1 > \frac{4}{3}u_0, \quad u_2 > \frac{4}{3}u_1, \quad \ldots, \quad u_n > \frac{4}{3}u_{n-1},$$

d'où

$$u_n > \left(\frac{3}{4}\right)^n u_0.$$

» De même, si je prends dans la série (7) les termes correspondant à

des valeurs négatives de n

$$F_2 = \sum_{n=-1}^{n=-\infty} \frac{\varphi_n - a}{\varphi_n^2} = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{u_{-n}}{(u_{-n}+a)^2},$$

j'obtiens une série convergente, car la relation (8) donne, par le changement de n en $-n$,

$$u_{-n-1} < \frac{3}{4} u_{-n},$$

d'où

$$u_{-1} < \frac{3}{4} u_0, \quad u_{-2} < \frac{3}{4} u_1, \quad \ldots,$$

et par suite

$$u_{-n} < \left(\frac{3}{4}\right)^n u_0.$$

» La série $F = F_1 + F_2$ est donc convergente. »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Lettre à M. Dumas sur les appareils de Lavoisier;* par M. P. Truchot.

« Les savants qui visitent les galeries du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, peuvent voir réunis une dizaine d'instruments ayant servi à Lavoisier, et dont les principaux se rapportent à la synthèse de l'eau et à la calorimétrie.

» Mais ce n'est pas tout ce qui reste des appareils ayant servi au créateur de la Chimie; vous apprendrez avec intérêt qu'il existe encore de nombreuses et précieuses reliques de ce savant; je me propose de les faire connaître et je demande la permission de vous les signaler, en attendant une description plus complète.

» Le laboratoire de Chimie et le cabinet de Physique ont été pieusement conservés par la famille de Mme de Lavoisier, et je dois à M. E. de Chazelles, qui en est actuellement l'heureux possesseur, le plaisir d'avoir pu en prendre connaissance et en dresser l'inventaire, à la Canière, près d'Aigueperse (Puy-de-Dôme), où se trouve également le portrait de Lavoisier peint par David.

» Il y a là, en grand nombre, de simples tubes, des appareils vulgaires; mais ce sont des outils qui ont servi à Lavoisier : chacun d'eux peut rappeler une découverte remarquable, une recherche importante. Il y a plus : il y a surtout des appareils du plus haut intérêt.

» Voici d'abord des balances. Les balances de Lavoisier! Elles sont au nombre de trois, telles qu'elles sont spécifiées dans le *Traité de Chimie*. L'une, avec son fléau « de 3 pieds de long », peut peser « jusqu'à 15 et » 20 livres »; la seconde « pèse jusqu'à 18 et 20 onces à la précision de » $\frac{1}{10}$ de grain »; enfin la troisième « ne pèse que jusqu'à 1 gros et les » $\frac{1}{512}$ de grain y sont très-sensibles ».

» Les poids qui accompagnaient ces balances manquent; en revanche, on trouve le kilogramme et ses subdivisions établis par Fortin, rappelant, comme vous l'avez affirmé, que Lavoisier a fait toutes les déterminations qui ont fixé le poids du kilogramme.

» Les thermomètres sont au nombre de vingt-sept, et leur examen, en rappelant divers travaux de Lavoisier, montre une fois de plus la précision que le savant a su donner à tous ses appareils. Le plus intéressant peut-être est un grand thermomètre à mercure, construit par Mossy, divisé par Richer et analogue à celui que Lavoisier a déposé dans les caves de l'Observatoire.

» Parmi les baromètres, il faut signaler un instrument à deux colonnes, construit par Mégnié sur les indications de Lavoisier. Un des tubes a été transformé par Lavoisier lui-même en un baromètre « à surface plane », suivant la méthode de Dom Casbois, méthode étudiée dans un Mémoire spécial que l'on peut lire dans les *Œuvres de Lavoisier*.

» Un petit modèle en fer-blanc d'un appareil pour la distillation de l'eau de mer et un autre qui n'en est qu'une variante présentent un réel intérêt. Un certain Magellan s'attribuait, en la publiant, l'invention de Lavoisier, et, si vous avez pu rétablir la vérité par l'étude des manuscrits de Lavoisier lui-même, l'existence des modèles trouvés chez M. de Chazelles vient confirmer cette revendication et vous donner pleine raison sur ce point de l'histoire de la Science.

» Deux capsules et une petite cuiller en platine montrent que Lavoisier avait la primeur des applications nouvelles. Ses études sur la fusion et le travail du platine ont contribué sans aucun doute à répandre l'usage du précieux métal.

» Quelques appareils originaux et de nombreux instruments, tels que machine pneumatique, hygromètres, boussoles, aréomètres, lentilles, miroirs, etc., etc., compléteraient la liste. Le détail en serait trop long; je signalerai seulement une nombreuse collection de pierres précieuses, rubis, topazes, émeraudes, etc., dont quelques-unes ont subi l'action du feu. Lavoisier, comme on sait, a comparé l'action des lentilles convergente

à celle du chalumeau, qu'il alimentait au moyen de l'oxygène, et a montré l'avantage de la seconde méthode au point de vue de la température obtenue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fonction chimique de l'acide acétique anhydre.* Note de M. **Loir**, présentée par M. Berthelot.

« D'après certaines considérations théoriques, on est conduit à admettre que les anhydrides doivent posséder la fonction aldéhydique.

» Pour l'anhydride acétique, l'expérience vient prêter un appui à la théorie, car elle montre que cet anhydride présente les propriétés générales qui caractérisent les aldéhydes; et en effet :

» 1° *L'acide acétique anhydre donne de l'alcool par un agent hydrogénant.*

» Pour vérifier ce fait, découvert par M. Personne d'une part et M. Linnemann d'autre part, j'ai mis en contact 100 grammes d'anhydride pur avec 400 grammes d'un amalgame solide de sodium à 5 pour 100. Il n'y a pas de réaction apparente; au bout de trois jours, j'ai ajouté de l'eau au mélange; le liquide, fortement acide, a été soumis à la distillation. J'ai obtenu une couche supérieure contenant une quantité très-notable d'éther acétique, puis une couche inférieure aqueuse fortement acide. Ce liquide acide, distillé avec un excès de potasse caustique, a fourni, après trois distillations au tiers, un liquide neutre d'où l'on a séparé 2 centimètres cubes d'alcool par l'addition de carbonate de potasse sec.

» 2° *L'acide acétique anhydre, en se combinant avec le bisulfite de soude, produit un composé cristallin.*

» Si dans une dissolution de bisulfite de soude pur, maintenue à la température de la glace fondante, on verse de l'acide acétique anhydre, ce corps se dissout avec production de chaleur sans dégagement d'acide sulfureux. Très-souvent le mélange ne tarde pas à se prendre en masse, par suite de la formation de nombreux cristaux, qui persistent longtemps si la température ne s'élève pas. A une température supérieure ils se dissolvent, et il se dégage de l'acide sulfureux. Si alors on refroidit le tube à — 2°, les cristaux ne se reforment plus.

» Les cristaux étant obtenus, si l'on égoutte le liquide qui les imprègne et qu'on les lave plusieurs fois avec de l'éther refroidi à zéro, ils se maintiennent, la température ne s'élevant pas. Ils se dissolvent dans l'eau, et la

liqueur obtenue contient de l'acide acétique, de l'acide sulfureux, combinés à la soude.

» 3° *L'acide acétique anhydre forme avec l'ammoniaque un composé cristallisé insoluble dans l'éther.*

» Si dans de l'éther ordinaire anhydre, saturé de gaz ammoniac sec, refroidi à — 20°, on ajoute de l'acide acétique anhydre refroidi à la même température, au bout de peu de temps il se dépose le long des parois du tube des cristaux transparents plus ou moins volumineux. Ces cristaux persistent tant que la température ne s'élève pas. Si l'on retire le tube du mélange réfrigérant, les cristaux se dissolvent; on a un liquide très-transparent qui donne de l'acétamide par évaporation. Quand les cristaux ont disparu à leur sortie du mélange réfrigérant, si l'on replonge le tube qui contient la dissolution dans un mélange à — 22°, les cristaux ne se reforment plus, même si l'on ajoute quelques cristaux d'acétamide, qui se dissolvent aussi.

» Quand on a obtenu les cristaux comme nous venons de l'indiquer, en ayant soin toutefois d'ajouter peu d'anhydride pour que l'ammoniaque soit en grand excès, si l'on égoutte le liquide éthéré, et qu'on lave les cristaux avec de l'éther anhydre pur refroidi à — 20°, ils ne se dissolvent pas. On ajoute alors de l'eau dans le tube, retiré du mélange réfrigérant; on obtient une dissolution fortement acide. Cette acidité est due à la décomposition de la combinaison de toutes pièces d'anhydride et d'ammoniaque.

» 4° *L'anhydride acétique est avide d'oxygène.*

» Cet anhydride, mis à la température ordinaire avec une dissolution de permanganate, réduit ce composé avec décoloration de la liqueur. Si l'anhydride est bien exempt de chlorure acétique, il réduit l'azotate d'argent en précipitant des flocons noirs; si on le chauffe avec l'azotate d'argent ammoniacal, on a un dépôt miroitant.

» L'acide acétique anhydre étant considéré comme un éther composé aldéhyde, on se rend facilement compte des réactions connues que présente ce corps.

» Je me propose de continuer cette étude, en l'appliquant aux autres anhydrides simples ou composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitrosoguanidine.* Note de M. **L. Jousselin**, présentée par M. Cahours.

« Dans une précédente Note, insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXXV, p. 548), j'ai fait connaître un dérivé nitrosé de la guanidine, la *nitrosoguanidine*. La méthode alors indiquée pour obtenir ce corps étant d'une exécution délicate et le rendement faible, j'indiquerai, après une étude complète des circonstances dans lesquelles il se forme, une méthode permettant d'en obtenir des quantités notables. Dans une Note sur les sels de guanidine, qui suivra celle-ci, j'indiquerai un moyen simple de passer du sulfocyanate de guanidine à l'azotate qui sert de point de départ.

» *Préparation de la nitrosoguanidine.* — Le nitrate de guanidine pulvérisé, après avoir été soigneusement desséché, est délayé dans de l'acide azotique fumant, dans lequel on a fait passer un courant d'acide azoteux. Ce sel se dissout peu à peu, et au bout d'une demi-heure on précipite par l'eau. Les fines aiguilles feutrées qui prennent immédiatement naissance sont exprimées dans une toile, délayées dans l'eau froide, exprimées de nouveau, puis on termine par une cristallisation dans l'eau bouillante qui donne le corps à un état de pureté parfaite.

» L'eau mère, qui contient encore une certaine quantité de nitrosoguanidine, soluble dans l'acide étendu, est neutralisée par du marbre en morceaux; par concentration, elle donne successivement une cristallisation de nitrosoguanidine, une cristallisation de nitrate de guanidine échappée à la réaction qui n'a pas été complète dans ces conditions; il ne reste plus alors que des sels de chaux.

» Si l'on a employé un acide moins concentré ou si le nitrate de guanidine n'a pas été desséché avec soin, on n'obtient que des traces du composé nitrosé. Il en sera de même si, bien que concentré, l'acide est exempt de composés nitreux, comme une expérience spéciale, faite avec de l'acide fumant distillé sur de l'urée, l'a montré. Si l'on n'arrêtait pas l'opération au bout d'un temps assez court, la molécule se détruirait avec dégagement abondant d'acide cyanhydrique mêlé d'azote.

» *Action des acides.* — L'acide azotique concentré dissout ce composé à l'aide d'une douce chaleur; par le refroidissement il se dépose un sel en écailles nacrées ; avec un acide plus étendu, on a par évaporation spontanée de grandes lames de plusieurs centimètres de longueur. Ces deux sortes de cristaux constituent un azotate CH^4Az^4O, AzO^3H, s'effleurissant

à l'air en perdant son acide et décomposable par l'eau pure, dans laquelle il devient opaque. L'acide chlorhydrique concentré dissout à chaud la nitrosoguanidine et donne par refroidissement un beau sel en lamelles chatoyantes, aussi décomposable que l'azotate. L'acide sulfurique détruit le composé nitrosé. Quant aux acides étendus, à l'ébullition ils se comportent comme avec la guanidine.

» *Action des alcalis.* — Les alcalis concentrés, potasse, soude, baryte, donnent immédiatement un dégagement d'ammoniaque.

» *Réactions particulières.* — En outre de la réaction de Liebermann, la nitrosoguanidine en présente une autre assez curieuse. Si l'on dissout ce composé dans un peu d'eau, qu'on ajoute une petite quantité de potasse très-diluée, puis aussitôt une goutte de sulfate ferreux, on voit se développer bientôt une magnifique coloration pourpre. Les acides détruisent aussitôt cette coloration; les alcalis semblent, au contraire, en prolonger la durée; elle disparait en tout cas au bout de quelques heures. En traitant la solution pourpre par de l'alcool éthéré, puis par de l'alcool absolu, on voit, en examinant le dépôt solide au microscope, de petits prismes rouge foncé au milieu du sulfate de potasse précipité. Ils tombent presque aussitôt en déliquescence, en se décolorant ensuite avec dégagement de bulles gazeuses.

» *Action des réducteurs.* — Les réducteurs ordinaires n'ont pas fourni de résultats intéressants. Si l'on délaye la nitrosoguanidine dans un peu d'eau et qu'on l'additionne de fer réduit par l'hydrogène, en portant ce mélange dans une étuve à 40 degrés, on voit apparaître la coloration pourpre dont il a été question tout à l'heure, ce qui donne lieu de penser qu'elle provenait d'une réduction; et, en effet, elle ne se formait qu'au contact de l'oxyde ferreux qui avait pris naissance, et au bout d'un certain temps seulement. Cette coloration pourpre disparaît ensuite pour faire place à une teinte jaune, et il se dégage de l'ammoniaque.

» En laissant refroidir, la nitrosoguanidine cristallise, et l'eau mère, évaporée à 60 degrés dans le vide, laisse déposer une petite quantité d'un corps jaune de soufre, d'apparence amorphe, mais présentant au microscope des lamelles transparentes groupées autour d'un centre commun et mélangées d'aiguilles de nitrosoguanidine. Quelquefois, par un refroidissement très-lent, la nitrosoguanidine cristallise avec ce composé sous forme de lamelles jaunes; une nouvelle solution, refroidie plus brusquement, laisse les deux corps se déposer séparément.

» Ce composé jaune est très-instable; sa solution se décompose rapi-

dement à la température ordinaire, et instantanément à 100 degrés. Il est assez soluble dans l'eau.

» Son analyse, assez difficile, a porté sur un échantillon qui ne présentait au microscope que très-peu d'aiguilles de nitrosoguanidine, dont on ne peut le séparer entièrement. Elle a fourni les résultats suivants, qui s'accorderaient assez bien avec la formule CH^3Az^3O :

	C.	H.	Az.	O.
Trouvé..............	15,7	4,4	56,9	23,0
Calculé..............	16,4	4,1	57,5	22,0

» Le dégagement d'ammoniaque observé pendant sa formation semblerait l'appuyer. On aurait en effet l'équation suivante, qui en rendrait compte :

$$CH^4Az^4O + H^2 = AzH^3 + CH^3Az^3O\ (^1). \text{ »}$$

TEINTURE. *Sur la valeur de certains agents chimiques employés dans l'impression en noir d'aniline.* Note de M. G. **Witz**, présentée par M. Thenard.

« 1. Les composés vanadiques sont employés industriellement depuis plusieurs années dans l'impression des tissus; en les ajoutant par quantités excessivement minimes dans les mélanges épaissis de sels d'aniline et de chlorates, la génération du noir d'aniline se produit avec une *rapidité proportionnelle* aux doses de vanadium dont on se sert.

» Dans une Lettre publiée aux *Comptes rendus*, séance du 25 novembre 1878, M. S. Grawitz a préconisé les composés chromiques comme ayant une énergie plus considérable que ceux du vanadium. Il s'est appuyé sur une expérience dans laquelle $\frac{1}{10}$ de milligramme de bichromate de potasse sur *un litre* d'une dissolution mixte de chlorhydrate d'aniline et de chlorates donnait lieu, d'après lui, à une couleur assez intense pour former une sorte d'encre sur le papier.

» Nous avons démontré que le fait tel qu'il était décrit et avec cette proportion de bichromate était inexact (voir *Comptes rendus*, t. LXXXVII, séance du 30 décembre), et, depuis, le même auteur, dans une nouvelle Communication, a paru, par son silence, ne plus contester la réfutation de l'expérience primitive.

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

» 2. Les modifications apportées en même temps par M. Grawitz aux dosages annoncés et à la nature des chromates, qu'il choisit maintenant à l'état neutre (voir séance du 24 février 1879), n'ont pas fourni dans nos essais de contrôle de meilleurs résultats. Et il n'en peut être autrement, puisque le chrome *à ses divers états*, notamment à l'état de chromates de potasse, de soude ou d'ammoniaque, est essentiellement inerte sur les mélanges de chlorates, dans les conditions de température où l'on opère; c'est là, croyons-nous, l'erreur capitale de notre contradicteur : tandis qu'une trace de vanadium agit sur les chlorates d'une façon qui est indéfinie. On peut expliquer la puissance du vanadium par les multiples changements d'état d'oxydation où il joue le rôle d'intermédiaire, en empruntant sans cesse l'oxygène de l'acide chlorique pour enlever une partie de l'hydrogène de l'aniline, la transformant ainsi en produit coloré insoluble. Mais jusqu'à la fin de la réaction le vanadium reste à l'état soluble, et il ne perd rien de l'énergie qui lui est propre ; la plus minime quantité est donc suffisante.

» Les chromates, au contraire, au contact des sels d'aniline et à l'aide d'une concentration convenable, se réduisent aussitôt que la réaction commence, et, à mesure qu'ils agissent, ils passent à l'état de sesquioxyde de chrome, qui reste *insoluble* et inactif malgré la présence des chlorates. Voilà un fait qui ne peut être nié. Il faut donc employer des quantités de chromates relativement considérables, parce que leur action n'a lieu qu'en proportions équivalentes.

» 3. Mais il est un autre point sur lequel nous devons appeler l'attention.

» Les mélanges épaissis contenant des chromates se coagulent très-rapidement, et, pour obvier en partie au moins à cet inconvénient, M. Grawitz ajoute de l'*ammoniaque*, c'est-à-dire qu'il nous fait un emprunt important. En effet, afin de nous débarrasser de l'excès d'acide libre retenu par interposition dans les cristaux de chlorhydrate d'aniline, nous avons usé de ce procédé très-simple, et, depuis trois ans que nous l'avons publié, il est généralement appliqué.

» Avec lui, bien qu'on retarde un peu le développement de la coloration du tissu de tout le temps que met à s'évaporer, lors de l'exposition à l'air, la petite quantité d'aniline devenue libre par l'excès d'ammoniaque, on préserve si complétement la lame d'acier qui essuie le rouleau gravé, que l'impression reste toujours très-nette, ce qui n'arrivait pas lorsque le mélange épaissi était tant soit peu acide.

» Toutefois, ce qui est bon pour le vanadium suffit-il pour assurer la

réussite avec les chromates? Nos dernières expériences sont venues prouver le contraire. Avec eux le noir se forme brusquement, mais trop à la surface du tissu; de plus, une certaine quantité de la matière épaississante reste coagulée sur la fibre, et dans des conditions telles, qu'on nuirait à la couleur en cherchant à l'enlever; d'ailleurs, même en la laissant subsister, la nuance n'a pas ce ton noir intense et franc que donne le procédé au cuivre ou au vanadium : elle est bistrée, imparfaite, et est infiniment plus attaquable au chlore que les noirs similaires produits sous l'influence d'une oxydation lente.

» Enfin, contrairement à ce que maintient M. Grawitz, l'addition des chromates dans une couleur ordinaire à base de chlorates est très-sensiblement nuisible, ainsi que nous l'avions déjà avancé.

» 4. L'utilité de quantités excessivement faibles de vanadium dans les noirs d'aniline pour impression à l'aide de chlorates ne fait d'ailleurs plus de doute aujourd'hui dans l'esprit des meilleurs praticiens. Les plus grandes usines d'Alsace, d'Angleterre, de Normandie, ont produit ainsi, depuis 1876, des centaines de mille pièces; en employant les proportions *presque infinitésimales* que nous avons indiquées, elles ont réalisé une économie sur tous les autres agents intermédiaires d'oxydation.

» A l'appui de notre dire, nous pouvons citer, au nombre des juges les plus éminents, les maisons Frères Kœchlin, de Mulhouse, et le grand établissement de Loerrach (Bade).

» 5. En résumé, l'inertie réelle du chrome dans les mélanges avec chlorates, constatée à diverses reprises dans nos essais, contraste singulièrement avec l'énergie si merveilleuse du vanadium; l'emploi industriel de ce dernier, loin d'être onéreux, présente les plus grands avantages économiques : ainsi, avec le vanadate d'ammoniaque au cours de 1 franc le gramme, on dépense douze fois moins qu'avec le sulfure de cuivre en pâte, et certainement beaucoup moins qu'avec les chromates de potasse, puisque ceux-ci, même avec le concours des chlorates, n'agissent sur les sels d'aniline qu'en raison des quantités équivalentes qui sont mises en présence. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la formation de la grêle.* Note de M. G. **Oltramare.**

« Si nous supposons que l'on refroidisse une masse d'air à l'état complet de saturation, nous pourrons constater deux résultats bien différents selon les conditions dans lesquelles se trouvera la masse observée.

» D'abord il pourra arriver que la vapeur d'eau se condense et que les particules d'eau, tendant à se rapprocher les unes des autres, se forment en gouttelettes et tombent sous l'action de la pesanteur ; l'air conserve, dans ce cas, sa transparence. En second lieu, nous pourrons observer que la vapeur d'eau se condense ; mais les particules liquides qui en résulteront, loin de se rapprocher les unes des autres, resteront en suspension et constitueront une masse nuageuse.

» Nous admettons que la différence de ces deux résultats ne peut être attribuée qu'à la présence d'une force nouvelle qui se manifeste dans le second cas, force qui tend à isoler les molécules et à maintenir leurs distances réciproques. Cette force, qui doit exister dans la masse d'air soumise à l'expérience, ne peut être que l'électricité ambiante répandue dans l'atmosphère, dont chaque parcelle d'eau se trouve ainsi chargée; on sait qu'en effet toute condensation de vapeur est nécessairement accompagnée d'un dégagement d'électricité. Nous insistons sur la présence d'une électricité de même nom dans chaque particule qui constitue un nuage, car ce n'est qu'à la présence de cette électricité que nous attribuons l'existence même de la masse nuageuse. Plusieurs phénomènes météorologiques peuvent servir à justifier cette hypothèse ; mais notre but est simplement de montrer comment on peut, en tenant compte de la *surfusion*, parvenir à l'explication si contestée du phénomène de la formation de la grêle.

» Il a été reconnu par les expériences de plusieurs savants, et en particulier par les recherches de M. Jamin, que les molécules d'eau qui constituent les brouillards peuvent rester à l'état liquide, quoique leur température s'abaisse jusqu'à $-14°$ et même $-20°$, pourvu qu'aucun ébranlement brusque, aucun choc ou le contact d'un solide et surtout d'un morceau de glace ne vienne à les troubler. Enfin, j'ai lieu de croire (par suite du calcul) que la limite fixée par les éminents savants qui se sont occupés de cette question est de beaucoup inférieure à celle que la *surfusion* peut atteindre dans certaines circonstances exceptionnelles.

» Il résulte de cette observation de la surfusion que, si l'on admet que la température d'une masse considérable nuageuse, constituée de la manière que nous avons indiquée, s'abaisse à $-14°$, et qu'à ce moment on vienne à supprimer l'électricité contenue dans cette masse (ce qui aura généralement lieu par une décharge électrique), la force qui tient les molécules à distance disparaîtra ; de leur rapprochement résulteront des chocs qui les transforment en glaçons adhérant plus ou moins entre eux.

» Cette explication de la formation de la grêle rend à la fois compte du

bruissement que l'on entend dans les airs avant la chute, ainsi que des phénomènes électriques qui ont toujours lieu dans cette circonstance. La grosseur des grêlons dépendra en partie de la profondeur de la nuée, en partie de l'abaissement de la température dans la surfusion. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'apparence amyloïde de la cellulose chez les Champignons.* Note de M. **J. de Seynes**, présentée par M. P. Duchartre.

« A la séance de l'Académie du 7 avril courant, M. Crié a signalé, dans les thèques du *Sphæria Desmazierei* Berk., la présence d'un globule amyloïde dont il a suivi le développement *au sein du protoplasma*. L'étude que j'ai pu faire de la même espèce de Sphériacés m'a montré cette intéressante observation sous un jour un peu différent, et je demande à l'Académie la permission de lui soumettre les résultats auxquels je suis arrivé.

» On sait que, chez les *Sordaria*, les *Pleospora* et beaucoup d'autres Thécasporés, les thèques se composent de deux utricules librement emboîtées l'une dans l'autre; l'utricule interne est quelquefois permanente et porte au dehors les spores, en rompant l'utricule externe; d'autres fois elle est transitoire et disparaît à mesure que les spores se forment; elle peut alors passer inaperçue. Chez le *Sphæria* (*Rosellinia* de Not.) *Desmazierei*, l'existence du sac ou utricule interne n'est pas toujours facile à reconnaître; elle n'a cependant pas échappé aux inventeurs de l'espèce, MM. Berkeley et Broome, dont la diagnose contient ces mots à propos des thèques de ce Pyrénomycète : « *Inner membrane furnished with an oblong process at the tip...* » (cités par M. Cooke, *Brit. fung.*, p. 854). L'appendice oblong de la membrane interne, *oblong process*, dont il est ici question, est précisément le globule amyloïde de M. Crié. Avant la formation des spores, on voit au sommet de la thèque un petit corps sphérique bleuissant au contact de l'eau iodée; ce corps est soudé au sac interne étroit, dont la paroi très-mince n'est pas influencée par l'iode et qu'on pourrait prendre pour une traînée de protoplasma. Les spores s'organisent dans la portion médiane élargie de ce sac, à une assez grande distance du sommet de la thèque; à mesure que les spores s'accroissent, elles écartent et distendent la membrane du sac, qui finit par disparaître avec le protoplasma dont il était rempli. Le corps, d'apparence amyloïde, s'accroît aussi, et, à la maturité, il

remplit le sommet de la thèque et se confond avec la paroi ; à ce moment, il est difficile de se méprendre sur sa véritable nature. Examiné sous l'eau pure à un fort grossissement, ce corps a tous les caractères d'un épaississement de la paroi de la thèque ; il n'en a pas même comblé toute la cavité, car il présente dans son intérieur un canal quelquefois linéaire, d'autres fois assez large pour laisser apparaître de fins granules protoplasmiques. Cet épaississement apical prend souvent la forme d'une poire; la partie renflée se confond avec le sommet de la thèque; la portion étroite est libre dans la cavité de la thèque; elle y représente le dernier vestige du sac interne, dont les parois se sont épaissies dans une certaine longueur. Après l'emploi du réactif iodé, on a peine à admettre une continuité de substance entre la thèque et le corps qui lui est accolé et qui bleuit très-fortement, tandis que la membrane de la thèque reste incolore et lui forme par son double contour une bordure distincte. Les cellules fongiques, encore en petit nombre, chez lesquelles on a reconnu des couches d'épaississement réagissant en bleu par l'iode présentent le même phénomène; leur paroi externe reste incolore ou jaunit : j'en ai montré un exemple à la Société botanique (séance du 12 avril 1878) dans certaines cellules du *Ptychogaster albus* C[da]. J'ai rappelé à ce propos une observation analogue de M. de Bary sur le *Polystigma rubrum* Pers. On pourrait citer aussi celle de M. Sorokine sur l'*Ascomyces Torquinetii;* les utricules de ce Champignon se divisent en deux couches sous l'action d'une dissolution bouillante de potasse; la couche externe se colore seule sous l'influence de l'iode. La connaissance de ces faits permet de se garantir contre les illusions d'optique. Il faut ajouter que les couches les plus internes sont d'ordinaire les plus sensibles à l'action de l'iode; cette propriété et l'existence d'un canal central dans le corps supposé amylique expliquent l'apparence d'un accroissement par intussusception, tel que le décrit M. Crié.

» L'étude du développement laisse encore indécise pour moi la question de savoir si c'est au sac interne, à la membrane externe de la thèque, ou peut-être à tous les deux, qu'il faut attribuer l'origine de cet épaississement cellulosique. La liqueur de Schweizer ne le dissout pas, ainsi que j'en ai fait la remarque dans tous les cas où j'ai rencontré de la fongine bleuissant au contact de l'iode; ce réactif n'est cependant pas sans action. Si on lave la préparation à l'eau distillée après qu'elle a été quelque temps plongée dans la liqueur de Schweizer, et qu'on la mette en présence de l'eau iodée, la membrane du sac interne bleuit, soit tout entière si la thèque est très-jeune, soit dans la partie supérieure si les spores ont commencé à s'orga-

niser; elle trahit ainsi une analogie de propriété chimique avec le renflement cellulosique. L'expérience n'est cependant pas tout à fait concluante, car une légère nuance bleue se montre aussi en pareil cas à la surface interne de la membrane externe de la thèque.

» En résumé, le globule sphérique qui surmonte à l'origine le sac interne de la thèque est à ce moment en connexion intime avec ce sac; il lui reste attaché jusque après la formation des spores; le col étroit qui les relie l'un à l'autre s'épaissit assez pour que le corpuscule, d'abord sphérique, puis oblong, devienne pyriforme. On peut donc conclure que le travail hypertrophique qui s'effectue le long d'une portion de la membrane du sac interne s'est aussi produit à son sommet. La relation qui unit le corpuscule avec la membrane externe de la thèque, difficile à constater à l'origine, devient évidente à mesure qu'il s'accroît, de telle sorte qu'à la maturité ils ne sont plus distincts l'un de l'autre.

» Les mêmes dispositions, avec de légères variantes, s'observent chez deux autres espèces du même genre, le *Rosellinia Aquila* Fr. et le *R. Thelena* Fr. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le mode de formation des canalicules biliaires dans l'hépatite et la production consécutive de glandes tubulées dans le foie du lapin.* Note de MM. **W. Nicati** et **A. Richaud**, présentée par M. Vulpian.

« Il est très-fréquent de trouver (tout au moins à Marseille, où nous observons) sur les lapins domestiques des altérations du foie que nous nous sommes attachés à étudier.

» 1° Le diagnostic histologique de l'affection est : *cirrhose hypertrophique disséminée*, caractérisée par l'augmentation de volume de l'organe, la destruction du parenchyme hépatique, un développement intra et extralobulaire de tissu conjonctif, et l'apparition de nouveaux canalicules biliaires.

» 2° Cette altération coïncide soit avec la présence de cysticerques disséminés, soit le plus souvent avec la présence des corps oviformes de Davaine dans les principaux conduits biliaires. La cirrhose se développe dans les portions du foie qui correspondent aux conduits biliaires obstrués. Ainsi se trouvent reproduites et confirmées dans leurs résultats les expériences de Charcot et Gombault, qui ont fait naître la cirrhose hypertrophique en liant le canal cholédoque des cochons d'Inde.

» 3° L'examen histologique des lobules du foie à des degrés divers d'altération fait reconnaître la succession des faits suivants.

» A. *Congestion.* — Les capillaires du lobule, ainsi que la veine sus-hépatique, sont dilatés et gorgés de sang.

» B. *Prolifération des cellules hépatiques.* — Les cellules hépatiques deviennent le siége d'une prolifération nucléaire intense. Le protoplasma d'une cellule se confond avec celui des cellules voisines.

» C. *Prolifération des éléments conjonctifs et thrombose capillaire.* — La veine centrale se remplit de cellules embryonnaires. Il en est de même des capillaires afférents dans la partie centrale du lobule. Les cellules hépatiques n'y apparaissent plus que sous forme de minces travées aplaties, qui disparaissent bientôt pour ne plus laisser qu'un foyer embryonnaire au milieu du parenchyme altéré.

» D. *Organisation du parenchyme.* — Le tissu conjonctif poussant à la fois du centre et de la périphérie scinde en blocs ou *travées* la couche parenchymateuse périphérique. Bientôt on voit les noyaux de ces travées, disposés d'abord au hasard, se ranger côte à côte sur les bords, tandis que se montre au centre une cellule dont le noyau est très-net et dont les contours sont de plus en plus apparents. Plus tard, le protoplasma situé autour de ces noyaux périphériques se segmente; des cellules cylindriques s'individualisent, pendant que la cellule centrale s'atrophie et se désagrége pour laisser une lumière libre. On a alors un conduit glandulaire, semblable aux canalicules biliaires, autour duquel le tissu conjonctif forme un véritable endothélium de revêtement. L'organisation de ces travées rappelle le développement des vaisseaux aux dépens des réseaux vaso-formateurs de Ranvier; nous proposons donc de leur donner le nom de *travées productrices des conduits biliaires*. Enfin, sur des parties où l'on reconnaît la date ancienne du processus à l'organisation fibreuse du tissu conjonctif, on trouve ces tubes biliaires agglomérés, formant de véritables glandes représentées par une série de culs-de sac s'ouvrant dans une lacune centrale. *Le terme final de l'altération que subit le lobule sous l'influence de la rétention biliaire est donc, lorsque son parenchyme n'est pas entièrement détruit, la formation, aux dépens des cellules hépatiques, d'une glande nouvelle, véritable glande tubulée, analogue aux glandes hépatiques des animaux inférieurs.*

» E. Nous ajouterons, en terminant, que dans le tissu conjonctif de nouvelle formation apparaissent de nombreux vaisseaux, qui servent sans doute à rétablir la *circulation porte* un moment interrompue. Ainsi s'expliquerait ce fait que, dans la cirrhose hypertrophique, on observe rarement l'ascite. »

M. Larrey fait hommage à la bibliothèque de l'Académie du « Catalogue (en anglais) de la collection spéciale des appareils scientifiques exposés, en 1876, au musée de South-Kensington ».

Ce Catalogue (3e édition) comprend vingt sections des Sciences et l'indication précise de quatre mille cinq cent soixante-dix appareils.

L'étude de ce Catalogue se complète par un volume publié en français et intitulé : « Guide théorique pour l'exposition d'appareils scientifiques du musée de South-Kensington ».

M. L. Jaubert adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'une Communication de MM. Henry, intitulée : « Sur un nouveau télescope catadioptrique (¹) (Extrait) » :

« Je revendique la disposition de la lentille concave à l'ouverture du télescope, ainsi que la fixation du petit miroir Gregory ou Cassegrain à cette lentille ou glace plane, placée en avant d'un réflecteur parabolique. »

M. Faye fait remarquer, à ce sujet, que l'invention de MM. Henry n'a nullement pour but de modifier la puissance optique des télescopes réflecteurs par l'addition d'une large lentille réfringente, mais seulement de fermer le tube de ces instruments de manière à supprimer, comme dans les lunettes, les mouvements de l'air intérieur et les courants par lesquels cet air se renouvelle sous l'influence de quelque différence inévitable de température. C'est là la partie originale d'une invention qui paraît avoir été accueillie avec intérêt par les personnes qui savent combien ces mouvements intérieurs nuisent à la netteté des images et aux résultats qu'on serait en droit d'espérer de l'emploi des grands miroirs. M. Faye a étudié autrefois avec soin l'action de l'air confiné dans les lunettes et dans les salles d'observation sur les observations astronomiques; il avait conseillé à M. L. Foucault d'évider en forme de grillage les tubes de ses télescopes pour éviter l'inconvénient susdit; mais il reconnaît que le système nouveau de MM. Henry doit être préférable, pourvu que l'obturateur transparent soit taillé de manière à ne pas nuire au miroir.

M. A. de Gasparis adresse une nouvelle Note sur les formules relatives aux perturbations des planètes.

(¹) Séance du 17 mars 1879.

M. Courserant rappelle, à propos d'une Communication récente de M. Boucheron, que son père a préconisé en 1855 l'usage de l'atropine dans le traitement du strabisme ([1]).

M. Th. Bredichin adresse une Note intitulée « Sur la constitution probable des queues des comètes. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 avril 1879.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; nos 101 à 107, du 11 au 17 avril 1879. Paris, 1879; 6 livr. in-4°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; 4e série, t. VI. Paris, E. Prouveyre; Lille, Quarré, 1879; in-8°.

Les splendeurs de la foi; par M. l'abbé Moigno. Paris, Librairie des *Mondes;* Gauthier-Villars, 1877-1879; 4 vol. in-8°.

Le Mont-Ventoux. Notice par MM. Bouvier, Giraud et Pamard. Avignon, Séguin frères, 1879; grand in-8°.

Fragments de Philosophie médicale. Leçons d'introduction aux études cliniques, discours et notices; par M. le Dr Ch. Schutzenberger. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Présenté par M. Sedillot.)

Fragments d'études pathologiques et cliniques; par M. le Dr Ch. Schutzenberger. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Présenté par M. Sedillot.)

Propositions nouvelles de Géométrie pratique; par M. L.-A. Levat. Angers, impr. Germain et Grassin, 1879; br. in-8°.

Sur une méthode de conservation des infusoires; par M. A. Certes. Paris, Gauthier-Villars, 1879; opuscule in-4°.

Régénération de la vigne européenne. Destruction successive du Phylloxera. Procédé P. Sylvestre. Montpellier, C. Coulet, 1879; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

([1]) *Gazette des Hôpitaux*, p. 451; année 1855.

Dates.	Température de l'air — sous l'ancien abri. — Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	Température du sol — à la surface sans abri. — Minima. (6)	Maxima. (7)	Moyenne. (8)	Moyenne des 24 heures. (9)	à la profondeur de 0m,30 (à midi). (10)	Actinomètre. (11)	Pluie ou neige. (12)	Eau de la terre sans abri. — Total en millimètres. (13)	Évaporation résultante. (14)	Évaporation de l'eau pure. (15)	Électricité atmosphérique. (16)	Pour 100m³ d'air. — Ozone en milligrammes. (17)	Acide carbonique en litres. (18)	Azote ammoniacal en milligr. (19)	Azote organique en milligr. (20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	mm	mg	l	mg	mg
1	2,8	9,4	6,1	6,2	3,0	11,7	7,4	.	2,6	10,1	0,1	59,7	0,0	0,4	28	0,2	35,8	1,6	0,1
2	3,7	9,2	6,5	5,1	3,6	13,8	8,7	.	3,8	12,4	0,1	59,4	0,4	0,8	59	0,8	35,5	1,8	0,1
3	− 1,6	7,7	3,1	2,7	− 2,9	11,8	4,5	.	3,9	17,8	0,2	59,2	0,3	(0,2)	70	1,3	35,7	2,0	0,2
4	1,4	10,1	5,8	4,7	0,1	17,3	8,7	.	3,9	19,5	.	58,7	0,5	1,1	74	0,4	35,7	1,7	0,3
5	2,1	9,1	5,6	6,1	0,8	11,4	6,1	.	4,2	9,3	.	57,9	0,8	1,5	62	0,5	35,7	1,8	0,4
6	6,6	10,9	8,8	8,4	6,0	11,8	8,9	.	4,9	8,2	2,1	59,4	0,6	0,9	51	0,1	35,7	1,8	0,4
7	1,1	13,2	7,2	7,0	− 1,0	20,0	9,5	.	5,3	36,2	.	58,0	1,4	2,4	90	0,1	35,6	2,0	0,6
8	1,7	15,2	8,5	7,6	0,0	20,7	10,4	.	5,3	40,1	.	56,0	2,0	2,5	79	0,0	35,7	1,9	0,5
9	0,4	15,8	8,1	7,9	− 2,3	23,1	10,4	.	5,3	35,5	.	55,0	1,0	2,1	110	.	.	.	.
10	1,5	17,8	9,7	9,6	− 0,5	26,0	12,8	.	5,6	41,4	.	53,5	1,5	2,3	100	.	.	.	.
11	6,2	11,3	8,8	7,9	4,0	16,7	10,4	.	6,4	8,9	0,0	52,0	1,5	2,0	76	.	.	.	.
12	0,1	13,0	6,6	7,7	− 1,2	19,8	9,3	.	6,2	39,9	0,0	49,5	2,5	2,5	68	1,8	35,4	1,4	0,5
13	1,8	5,9	3,9	3,3	1,5	13,5	7,5	.	6,7	19,8	.	47,4	2,1	4,2	103	1,5	35,8	1,9	0,2
14	− 2,3	8,9	3,3	3,9	− 4,0	18,8	7,4	.	5,3	35,4	.	45,5	1,9	3,2	53	1,0	35,8	2,0	0,9?
15	3,1	13,6	8,4	7,2	2,6	20,5	11,6	.	5,6	45,1	.	43,4	2,2	4,2	60	0,5	35,7	1,8	0,6
16	− 0,1	14,3	7,1	7,6	− 2,5	19,7	8,6	.	5,9	38,7	.	41,8	1,5	3,0	36	0,8	35,4	1,9	0,6
17	2,1	17,4	9,8	9,5	1,2	27,2	14,2	.	6,5	43,5	.	40,4	1,4	(2,8)	(37)	1,1	35,6	1,8	0,4
18	4,0	18,9	11,5	11,3	1,8	26,3	14,1	.	7,4	44,2	.	39,3	1,2	(3,3)	41	0,8	35,6	1,8	0,4
19	4,0	16,5	10,3	11,2	1,6	23,1	12,4	.	8,0	22,8	.	38,2	1,0	2,8	(54)	0,4	35,6	2,0	0,5
20	8,5	15,5	12,0	11,8	8,0	21,2	14,6	.	8,4	16,6	0,0	37,1	1,1	4,1	56	0,3	35,6	1,8	0,4
21	4,6	19,8	12,2	11,1	1,5	29,3	15,4	.	8,3	42,3	.	36,2	1,0	3,8	31	0,0	35,7	1,8	0,4
22	4,3	11,4	7,9	7,0	4,5	14,3	9,4	.	8,8	9,6	0,7	36,2	0,7	2,0	38	0,0	35,8	1,7	0,5
23	1,2	5,8	3,5	3,4	1,0	8,7	4,9	.	7,8	10,4	0,0	35,7	0,5	2,1	31	0,0	35,6	1,9	0,5
24	0,1	3,0	1,6	1,9	0,5	4,9	2,7	.	6,7	8,8	0,1	35,3	0,5	2,2	8	0,0	35,7	2,0	0,6
25	− 0,5	5,2	2,4	2,4	− 0,3	6,5	3,1	.	5,8	9,9	1,9	36,8	0,3	(0,2)	5	0,0	35,7	2,1	0,7
26	1,6	8,1	4,9	4,3	0,7	13,8	7,3	.	5,7	19,8	0,0	36,3	0,6	1,3	45	0,2	35,6	2,0	0,8
27	1,1	11,8	6,5	6,1	0,0	12,7	6,4	.	5,6	12,3	4,5	40,0	0,7	0,7	− 11	0,1	35,7	2,1	0,7
28	4,4	6,2	5,3	4,4	4,6	7,4	6,0	.	6,2	4,3	12,7	52,1	0,6	0,5	22	1,1	35,7	2,0	0,6
29	0,5	12,2	6,4	7,0	− 0,3	12,8	6,3	.	5,6	11,1	2,9	54,4	0,5	0,9	8	0,5	35,7	2,0	0,6
30	4,1	13,6	8,9	8,7	2,6	20,0	11,3	.	6,3	19,4	0,7	53,8	1,4	1,7	− 64	0,4	35,7	2,2	0,7
31	5,9	15,0	10,5	10,3	5,2	19,7	12,5	.	6,9	18,1	0,8	52,8	1,8	2,0	38	0,4	35,7	2,3	0,3
1re déc.	2,0	11,8	6,9	6,5	0,7	16,8	8,7	.	4,5	23,1	2,5	57,7	8,6	14,2	72	.	.	.	.
2e déc.	2,7	13,5	8,2	8,1	1,3	20,7	11,0	.	6,6	31,5	0,0	43,5	16,3	32,1	(58)	.	.	.	.
3e déc.	2,5	10,2	6,4	6,1	1,8	13,6	7,8	.	6,7	15,1	24,2	42,7	8,6	17,4	14	.	.	.	.
Mois..	2,4	11,8	7,1	6,9	1,3	16,9	9,1	.	6,0	23,0	26,7	47,8	33,1	63,7	47	0,5	35,7	1,9	0,5

Dates.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5). (20)	Magnétomètres. — Déclinaison moyenne. (21)	Composante horizontale moyenne. (22)	Composante verticale moyenne. (23)	Vents. — Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (24)	Direction dominante à terre. (25)	Direction des nuages. k désigne les cirrus. (26)	Psychromètre. — Tension moyenne de la vapeur. (27)	Humidité relative. (28)
	mm	° ′			km			mm	
1	755,5	16.56,8	1,9335	4,2228	8,9	S à W et NW	.	6,7	97
2	760,8	55,4	9342	2230	6,6	W	W	5,7	92
3	756,0	55,0	9336	2250	7,5	SSE	NW k	5,3	94
4	761,1	55,7	9335	2241	(9,5)	S à W et NW	N k	5,4	87
5	762,1	55,2	9326	2238	14,5	SSW	WSW	6,0	81
6	761,9	55,6	9333	2241	13,7	SW à NW	.	7,5	93
7	768,3	54,3	9329	2235	(9,5)	NE	.	5,0	69
8	768,7	55,3	9329	2238	12,9	E	NNW k	4,9	68
9	767,6	55,4	9321	2237	4,0	NNE	SSW k	5,5	73
10	767,3	56,0	9330	2217	(7,3)	S à W et NW	.	6,8	79
11	763,7	54,7	9331	2222	(16,8)	W à N	NW	6,2	81
12	761,5	56,5	9343	2219	18,6	S à W	NW k	6,2	81
13	763,0	53,6	9324	2217	20,1	NNW	NNE	3,1	60
14	761,2	(55,4)	9332	2225	(10,5)	SSW puis NW	NNW	3,6	61
15	753,7	54,9	9330	2213	12,0	S	WSW k	4,0	59
16	753,5	54,9	9328	2194	13,1	SSW	W k	5,3	70
17	757,6	(56,8)	.	.	(7,1)	SSW à E	.	(5,9)	(70)
18	752,9	56,2	9334	2212	11,2	E à S	.	5,9	65
19	747,9	(53,8)	(9330)	(2185)	(11,7)	S à E et NE	.	(6,7)	(67)
20	746,2	56,1	9330	2194	14,6	NE	.	5,8	59
21	747,2	55,0	9331	2206	10,0	SE à NE et N	E	6,2	69
22	743,9	55,2	9330	2210	20,5	N¼NE	.	6,3	87
23	745,9	55,2	9328	2213	22,4	NNE	NE	4,8	82
24	747,5	56,1	9326	2221	19,8	NE	ENE	3,9	76
25	746,8	56,8	9331	2219	7,8	NE	.	4,9	92
26	746,7	57,2	9328	2213	8,6	SSW à ESE	SSW	4,6	77
27	741,9	57,3	9333	2213	8,6	NE à SE et N	S	6,6	93
28	746,8	55,5	9334	2209	15,3	WNW	NW	5,6	91
29	752,5	57,2	(9325)	(2196)	(20,2)	SSW	SSW	7,0	93
30	753,1	57,0	9331	2209	16,2	SSW	.	6,9	87
31	749,9	57,5	9331	2215	16,8	S¼SW	.	7,9	85
1re déc.	762,9	16.55,5	1,9331	2236	9,4	.	.	5,9	83
2e déc.	756,1	55,3	(9331)	2209	13,6	.	.	5,3	67
3e déc.	747,5	56,4	9330	2211	15,1	.	.	5,9	85
Mois..	755,2	16.55,7	1,9331	4,2218	12,8	.	.	5,7	79

REMARQUES.

Le 1er, très-couvert, bruine le jour, petite pluie depuis 20 heures jusqu'à 9 heures le lendemain. — Le 2, variable, mais le plus souvent couvert. — Le 3, brouillard le jour, éclaircies la nuit et gelée blanche — État du ciel variable les 4 et 5. — Pluvieux le 6, depuis 9 heures et principalement de 15 h. 30 à 18 h. — Nuits du 6 au 7 et du 7 au 8 assez claires avec gelées blanches le matin. — Assez beau temps les 7, 8, 9 et 10, mais un peu de rosée à demi congelée le matin.

Après l'oscillation de 761,0 le 2, à 7 h. 55, à 755,2 le 4, à 15 h. 20, et retour au maximum vrai le 8 vers 18 h. 10 à 769,7, le baromètre est allé toujours en baissant jusqu'au minimum de 740,1 le 27 vers 16 h. 40, mais non sans donner lieu aux oscillations suivantes :

De 756,8 le 12 à 23 h. 45 à 763,7 le 13 à 21 h. 10;
De 749,6 le 15 à 23 h. 5 à 757,8 le 17 à 10 h. 10;
De 745,2 le 20 vers 15 h. 30 à 748,4 le 21 à 8 h. 50;
De 742,6 le 22 à 16 h. 50 à 747,9 le 24 vers 22 h.

Nous avons eu quelques gouttes de pluie dans l'après-midi du 11. — Le 12, gelée blanche le matin et soirée faiblement pluvieuse. — Du 13 au 16, état du ciel variable (assez beau le 15) avec nuits claires et dépôt de rosée. — Les 17 et 18, peu nuageux, mais, le 19, le ciel est envahi par des cirrus épais; il est le plus souvent couvert le 20, avec gouttes de pluie vers 2 h. 30 du soir. — Le 21, état variable, halos, assez belle nuit. — Le 22, le plus souvent couvert avec matinée pluvieuse, surtout vers 9 h. — Le 23, gouttes de pluie l'après-midi et quelques flocons de neige à minuit. — Le 24, grésil faible par intermittences et mêlé de neige.

Petite neige le matin du 25, suivie d'un peu de pluie jusque vers 14 h. et reprise le soir de 8 h. à 9 h. — Quelques gouttes de pluie le matin du 26. Pluies intermittentes ensuite, mais principalement :

Le 27, de 4 h. 40 à 9 h., de 11 h. 30 à midi et de 19 h. 45 à 21 h. 30;
Le 28, de 0 h. 40 à 4 h., ainsi que vers 5 h. et 10 h. 30
Le 29, de 4 h. 30 à 6 h., de 9 h. à 10 h. 30 et de 13 h. à 14 h.

Le ciel s'était un peu dégagé dans la nuit du 28 au 29, et le baromètre, étant en hausse, atteignait 754,4 le 30 à 8 h. 40. — Durant la matinée brumeuse de ce jour, nous avons eu quelque peu de pluie, de même que le soir.

Baisse barométrique le 31, avec ciel le plus souvent couvert et à la pluie menaçante. Éclairs à l'est depuis 7 h. 30 du soir et tonnerre vers 11 heures; ondée de 22 h. 45 à 23 h. 10 et pluies le lendemain, 1er avril, avec minimum de pression de 744,6 à 18 h. 20.

Moyennes horaires du mois de mars 1879.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol sans abri.	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure (1).	Pluie ou neige.	Évaporation de l'eau du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique en éléments Daniell	Déclinaison de l'aiguille aimantée	Composante horizontale.	Composante verticale.
h.	mm	°	°	d	mm			mm		km	Dll	°		
Mat. 1	»	4,77	»	»	»	»	»	0,60	»	11,94	»	»	»	»
2	»	4,39	»	»	»	»	»	4,09	»	11,74	»	»	»	»
3	(754,79)	4,04	»	»	»	»	»	2,75	1,80	11,90	»	16(54,1)	»	»
4	»	3,73	»	»	»	»	»	1,12	»	12,07	»	»	»	»
5	»	3,50	»	»	»	»	»	0,93	»	12,18	»	»	»	»
6	55,05	3,28	2,38	0,19	5,23	89,8	6,58	1,92	0,96	11,36	39,2	52,1	1,9335	4,2227
7	»	3,85	»	»	»	»	»	1,64	»	10,86	»	»	»	»
8	»	5,38	»	»	»	»	»	0,74	»	11,45	»	»	»	»
9	55,47	6,76	8,36	33,39	5,61	80,6	3,93	2,97	2,69	12,13	48,5	52,4	9326	2212
10	»	7,92	»	»	»	»	»	1,22	»	13,56	»	»	»	»
11	»	9,01	»	»	»	»	»	0,64	»	14,32	»	»	»	»
Midi.	55,25	9,76	12,62	46,57	5,76	67,7	9,01	0,48	8,00	15,03	41,3	61,1	9326	2200
Soir. 1	»	10,34	»	»	»	»	»	0,48	»	15,33	»	»	»	»
2	»	10,63	»	»	»	»	»	0,70	»	15,45	»	»	»	»
3	54,52	10,71	12,40	33,94	5,73	62,7	12,52	0,05	10,54	15,23	42,4	60,7	9334	2214
4	»	10,23	»	»	»	»	»	0,43	»	15,06	»	»	»	»
5	»	9,47	»	»	»	»	»	0,95	»	13,91	»	»	»	»
6	54,55	8,63	7,38	0,66	5,83	70,2	11,84	0,96	5,47	12,73	45,6	57,0	9331	2220
7	»	7,79	»	»	»	»	»	0,11	»	12,75	»	»	»	»
8	»	7,18	»	»	»	»	»	1,04	»	12,37	»	»	»	»
9	54,96	6,63	5,59	»	5,85	79,8	6,72	1,45	2,58	11,86	69,0	53,8	9334	2228
10	»	6,13	»	»	»	»	»	0,47	»	11,59	»	»	»	»
11	»	5,63	»	»	»	»	»	0,90	»	11,13	»	»	»	»
Minuit.	54,95	5,30	3,90	»	5,85	86,6	3,90	0,02	1,49	10,86	(63,1)	53,1	9331	2224
Totaux.	»	»	»	»	»	»	54,50	26,66	33,53	»	»	»	»	»
Moy...	754,94	6,88	6,57*	22,95	5,67*	78,6*	»	»	»	12,78	47,3*	16.55,5	1,9331*	4,2218*

REMARQUES.

Pages 826 et 827. Colonnes : (2) (3) (4) (6) (7) (8) Valeurs extrêmes et leurs demi-sommes rapportées à l'oscillation complète la plus voisine de la période diurne civile indiquée.

(5) (9) (12) (13) (14) (24) Résultats fournis par les appareils enregistreurs et déduits des 24 données horaires.

(11) Moyenne des 5 observations de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(15) (16) (21) (22) (23) (27) (28) Moyenne des observations sexhoraires.

Pour l'électricité atmosphérique, la tension s'exprime en éléments Daniell et sans correction locale.

Pour le magnétisme, l'intensité de la force est mesurée dans le parc, et les valeurs en direction s'obtiennent à l'extérieur, sur la fortification.

Inclinaison moyenne de ce mois. 65°30',4

* L'astérisque indique que l'on n'a fait entrer dans le calcul que les quatre données sexhoraires.

(1) Les journées des 3, 17, 18, 19 et 25 exceptées.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la lumière électrique.* Note de M. J. **Jamin**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un modèle de brûleur électrique réduit à la plus grande simplicité possible. Les deux charbons sont maintenus parallèles par deux tubes de cuivre isolés, séparés par un intervalle de 2 ou 3 millimètres, dans lesquels ils glissent à frottement et qui servent à la fois à les diriger et a amener le courant. Ils sont entourés par un circuit directeur composé de cinq à six spires repliées sur un cadre rectangulaire mince, de $0^m,40$ de longueur et de $0^m,15$ de largeur. J'ai expliqué comment ce circuit, traversé par le même courant que les charbons et dans le même sens, amène et fixe l'arc électrique à l'extrémité des pointes.

» L'allumage se fait automatiquement. A cet effet, on enveloppe les deux extrémités des charbons d'une jarretière mince en caoutchouc qui les serre l'un sur l'autre; puis on insinue entre eux, un peu au-dessus, un petit fragment de fil de fer qui les met en communication serrée par un seul point. Aussitôt que l'on ferme le circuit, le courant traverse ce fil, le rougit et fond le caoutchouc; les deux charbons, redevenus libres, se séparent, et l'arc s'établit avec une sorte d'explosion. On peut em-

ployer des charbons de toute grosseur, jusqu'à 8 millimètres de diamètre. A cette limite, l'usure ne dépasse guère $0^m,08$ par heure. A mesure qu'elle se continue, les pointes se rapprochent des tubes de support; mais on peut de temps en temps les ramener à leur position initiale en faisant glisser les charbons dans ces tubes par un mouvement commun, sans les éteindre. Dans les applications futures, un mécanisme facile à imaginer remplira cette fonction, et, comme M. Carré fabrique des charbons dont la longueur atteint 1 mètre, la lampe peut rester allumée pendant douze heures, ce qui dépasse tous les besoins. On remarquera que les charbons ne sont séparés par aucune matière isolante, qu'il n'est pas nécessaire de les épointer à l'avance, ni de les fixer à leur base, ni de les garnir à leur pointe de matière inflammable : on les emploie tels qu'ils sortent de la fabrique. Il suffit de les introduire dans les tubes qui doivent les supporter et de les abandonner à l'action dirigeante du circuit extérieur. En réalité, il n'y a plus de bougie à construire, il n'y a qu'une sorte de mèche à placer, qui brûle toute seule, jusqu'au bout.

» On peut suspendre l'appareil de deux manières : ou en mettant les pointes en haut, ou bien en les dirigeant vers le sol. Ce sont des conditions très-différentes. Étudions le premier cas.

» L'arc électrique ne peut dépasser, sans se rompre, une longueur qui dépend de l'intensité du courant; entre deux pointes horizontales, il devrait être rectiligne, parce que, d'après les lois de la conductibilité, il prend le plus court chemin, et qu'il tend à y revenir, quand on l'en écarte, en vertu d'une sorte d'élasticité. Mais il est dérangé par les courants d'air ascendants que sa chaleur détermine; c'est pour cela qu'il prend la forme courbe. Il est dérangé encore et bien plus énergiquement par le circuit directeur. Ces deux actions s'ajoutent pour le courber vers le haut jusqu'à ce que l'équilibre soit établi entre elles et son élasticité; mais elles s'ajoutent aussi pour l'allonger, pour diminuer à la fois sa résistance à la rupture et l'intensité du courant. On voit que, si elles concourent pour fixer la lumière au sommet des charbons, c'est à la condition de diminuer la limite de longueur que l'arc peut atteindre, ou, ce qui est la même chose, le nombre des foyers que l'on peut maintenir allumés avec une machine donnée.

» Il n'en est plus de même quand les pointes sont tournées vers le sol. Pendant que l'arc tend à monter le long des charbons, le circuit directeur le refoule, l'abaisse et le loge entre les pointes, distantes de 7 à 8 millimètres. Les deux actions, qui tout à l'heure s'ajoutaient, se retranchent maintenant;

loin d'allonger l'arc, elles le raccourcissent; au lieu de diminuer sa résistance à la rupture et l'intensité du courant, elles augmentent l'une et l'autre. On peut dire que cet arc est comme comprimé entre deux actions contraires; il est moins long, moins large, moins épanoui, plus dense, par conséquent plus chaud, et le nombre des foyers pourra être augmenté. Les bougies de M. Jabloschkoff, si bien combinées d'ailleurs, ont pourtant l'inconvénient d'avoir les pointes en l'air. L'arc qu'elles produisent tend à se courber et à s'élever par sa tendance naturelle; il y tend aussi par l'action électromagnétique qu'exerce sur lui le courant qui monte dans un charbon et qui descend dans l'autre, action identique à celle de mon circuit directeur, quoique moindre. Le brûleur à pointes inférieures doit donc l'emporter sur ces bougies. C'est en effet ce que l'expérience prouve. Avec une machine qui suffit à grand'peine à allumer trois bougies, j'entretiens aisément cinq brûleurs armés de charbons beaucoup plus gros, donnant chacun environ deux fois plus de lumière, et, comme les pointes sont noyées dans la masse de l'arc, elles prennent un éclat plus vif et une teinte incomparablement plus blanche. On peut même allumer six foyers, mais ils donnent une somme totale de lumière moindre que cinq; on double le nombre, mais on perd en quantité. Il en est toujours ainsi quand on veut diviser outre mesure la lumière électrique; il faut acheter la division par une perte proportionnelle.

» Le régime de ces brûleurs est curieux à étudier. Quand les pointes sont en l'air, l'allumage est très-difficile, parce que, aussitôt produite, la lumière est vivement projetée vers le haut par la force du courant directeur, qui est proportionnelle au carré de l'intensité. Quand celle-ci augmente, il devient absolument impossible d'allumer les charbons; on n'obtient qu'une vaste flamme qui s'envole aussitôt avec bruit. Si le courant est moindre, la lumière persiste, mais très-étalée, très-haute et toujours très-bruyante, à cause de l'amplitude des oscillations qui ont lieu à chaque inversion du courant. Enfin l'équilibre n'est point stable; si un courant d'air accidentel vient pour un moment à augmenter la hauteur de flamme, rien ne peut la ramener, la limite de son élasticité est dépassée et bientôt elle se rompt. Dans les brûleurs à pointes inférieures l'allumage est facile et l'équilibre est stable, car, si un mouvement de l'air ou une défaillance du courant fait monter l'arc, il s'établit entre les deux charbons, à l'endroit où ils n'ont point été amincis par la combustion; il se loge dans un intervalle qui ne dépasse pas 2 ou 3 millimètres. Loin de s'allonger, il se raccourcit, au lieu de décroître, sa résistance à la rupture et l'intensité augmentent, et l'on voit

la lumière redescendre doucement pour reprendre et garder sa place à l'extrémité des pointes; si au contraire le courant augmente, l'arc se courbe et devient concave vers les charbons; mais sa tendance à monter contre-balançant l'action du courant directeur, il ne s'allonge jamais assez pour se rompre. On atteint les meilleures conditions économiques quand cette courbe est juste assez prononcée pour empêcher le mouvement ascensionnel de la lumière. Dans ce cas, le bruit inévitable de la lumière électrique est réduit à son minimum, parce que les amplitudes du mouvement vibratoire sont le plus petites possibles.

» En résumé, le brûleur que je soumets à l'Académie, avec ses pointes en bas, réalise des avantages considérables : 1° celui de la simplicité, puisqu'il ne comporte aucun mécanisme et n'exige aucune préparation préliminaire; tout se réduit à un support et à des charbons; 2° celui de l'économie mécanique, puisqu'on arrive presque à doubler le nombre des flammes; 3° celui de l'augmentation de lumière, puisque chacun des nouveaux foyers est à peu près deux fois aussi puissant que les anciens; 4° celui de la qualité de la lumière, qui est plus blanche; 5° celui d'une plus avantageuse disposition des foyers, qui dirigent leur plus grande somme de lumière vers le bas, où elle sert, au lieu de la perdre vers le ciel, où elle est inutile; 6° enfin, celui de l'économie du combustible, puisque l'usure est moindre en raison de la grosseur des charbons. Tout cela constitue pour la lumière électrique un progrès sensible et ne peut manquer d'élargir la place qu'elle a déjà prise dans l'éclairage public, grâce aux progres des machines, aux charbons de M. Carré et à la bougie de M. Jabloschkoff. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des critiques relatives à des expériences entreprises pour déterminer la direction de la pression dans les arches obliques.* Note de M. DE LA GOURNERIE.

« Je présente à l'Académie l'appareil avec lequel j'ai fait mes dernières expériences sur la direction des pressions qui sollicitent les voussoirs d'un pont oblique. C'est un modèle d'arche biaise, dans lequel les pieds-droits sont formés de piliers jointifs que l'on peut abaisser séparément, de manière à produire dans la voûte des brèches dont la forme fait connaître la direction de la pression (1).

(1) Voir, pour le détail des expériences, le mode de construction de l'appareil et ses di-

» Dans la séance du 14 de ce mois, j'ai déposé un Mémoire en réponse à un article de journal qui contenait l'analyse d'une critique que M. Émile Trélat a faite de mes expériences, dans une Section de l'Association pour l'avancement des Sciences.

» M. Trélat m'a transmis une bonne feuille de la partie des *Comptes rendus* des séances où se trouve son travail. J'ai depuis hier ce document entre les mains. On y lit :

« Si l'on abaisse successivement à la partie centrale de la voûte des tranches opposées et situées dans des plans parallèles aux têtes, le milieu de l'appareil s'écroule et laisse aux extrémités deux arches biaises dont les arrachements présentent une direction générale sensiblement parallèle aux têtes. De cette expérience, plusieurs fois renouvelée dans les mêmes conditions (¹), M. de la Gournerie conclut que « la pression est parallèle au parement des » têtes, au moins près de chacune d'elles ».

» Si l'expérience n'aboutissait qu'à certifier qu'au voisinage d'une tête de voûte biaise les pressions s'effectuent dans une direction parallèle ou sensiblement parallèle au biais, elle n'aurait pas de portée. Car, pour qu'une pression se transmette dans un ouvrage, il faut un intermédiaire, il faut de la matière. Or, entre les piédroits, près des têtes il n'y a de matière que sur un chemin biais. Les pressions cheminent donc en cette localité *précise* parallèlement aux têtes. C'est évident *a priori*. Et s'il n'en était pas ainsi, si les directions des pressions ne suivaient pas le biais et n'y étaient pas ramenées par l'enchevêtrement des matériaux, elles sortiraient de l'ouvrage et il y aurait renversement. On doit supposer que l'expérience de M. de la Gournerie ne vise pas la démonstration d'une évidence. Mais alors.... »

» C'est un fait au-dessus de toute contestation qu'un grand nombre d'ingénieurs ont soutenu que dans les arches biaises la pression n'était pas parallèle au parement des têtes, même près de chacune d'elles, et qu'une *poussée au vide* se développait. Je ne veux pas exposer les théories qui ont été imaginées sur la poussée au vide; j'ai examiné cette question dans un Mémoire publié en 1872, et je n'y reviendrais que si l'on prétendait trouver des inexactitudes dans mes appréciations sur les opinions émises par les divers ingénieurs dont j'ai discuté les travaux.

---

mensions, un Mémoire inséré dans les numéros de février et de mars des *Nouvelles Annales de la Construction*.

On peut aussi consulter, sur des expériences que j'ai faites à l'aide d'un premier appareil, deux articles publiés, l'un dans le *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, 1875, p. 136, l'autre dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1876, p. 119.

(¹) J'ai fait des brèches tantôt près d'une tête, tantôt dans la partie centrale. J'ai opéré quelquefois sur les piliers d'un seul côté, quelquefois sur ceux des deux pieds-droits. Voir mon Mémoire de 1875 que cite et critique M. Trélat, deuxième page, alinéas 6 et 7.

» M. Trélat n'a pu ignorer la théorie de la poussée au vide, et, puisqu'il croit la détruire par des considérations sommaires sur la matière et sur la force, on ne voit pas pourquoi il n'est pas intervenu dans les longues discussions que cette doctrine a soulevées.

» Le raisonnement de M. Trélat, autant que je le comprends, peut être appliqué à toutes les constructions, même à celles dans lesquelles il y a des encorbellements et où les pierres résistent à des efforts qui tendent non-seulement à les écraser, mais encore à les rompre. On établirait ainsi, d'une manière générale, l'existence de pressions parallèles aux parements.

» Ce qui a attiré sur mes expériences l'attention d'ingénieurs éminents, c'est qu'elles montrent qu'il n'y a pas de poussée au vide dans les ponts biais et que les conditions de stabilité de ces ouvrages diffèrent peu de celles des arches droites, ce qui était très-contesté.

» M. Trélat, après avoir posé en principe que je dois avoir un autre but que de démontrer une chose qui lui paraît évidente, attribue à mes opinions une extension contraire au texte de mon Mémoire : il admet que j'ai voulu établir que les pressions sont parallèles aux plans de tête dans la partie centrale de la voûte. Il n'en est rien ([1]). Mes expériences démontrent que, lorsqu'on s'éloigne d'une tête, l'angle de la direction de la pression avec le plan de section droite diminue, mais elles n'ont pas assez de précision pour qu'il m'ait été possible de formuler une loi. Il m'eût d'ailleurs été nécessaire, pour de semblables investigations, d'avoir plusieurs appareils établis sous différents biais.

» M. Trélat examine ensuite quelques problèmes, notamment l'influence du défaut d'homogénéité des maçonneries sur la transmission des pressions. Son travail n'étant pas encore publié, je ne pourrais en discuter les divers passages qu'en les reproduisant, comme je viens de le faire pour le plus important. Ces développements ne me paraissent pas actuellement nécessaires. Je me borne à maintenir ce que j'ai écrit. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le choix des modules dans les intégrales hyperelliptiques*. Note de M. **C.-W. Borchardt.**

« En comparant les formules compliquées que Richelot a données pour la transformation du second ordre des intégrales hyperelliptiques ([2]) et les

---

([1]) Voir mon Mémoire de 1875, page deuxième.

([2]) Il n'est question ici que des intégrales hyperelliptiques du premier ordre, c'est-à-dire

formules simples et symétriques que l'on rencontre dans la théorie de la moyenne arithmético-géométrique de quatre éléments, on reconnaît que la simplification obtenue est due à un nouveau point de vue relatif au choix des quantités qu'il faut considérer comme modules des intégrales hyperelliptiques.

» Dans les intégrales elliptiques, le module peut être défini sous deux formes différentes qui s'accordent pourtant entièrement, l'une algébrique, qui repose sur la considération des valeurs pour lesquelles s'évanouit le radical qui se trouve sous l'intégrale; l'autre transcendante, qui donne la racine carrée du module en forme de quotient de deux fonctions ϑ à argument zéro.

C'est la première de ces définitions que Richelot a étendue aux intégrales hyperelliptiques. Ses modules $\varkappa$, λ, μ sont bien les quantités analogues au module k elliptique sous le point de vue algébrique, mais ils n'en présentent aucune analogie sous le point de vue transcendant.

» En effet, soient

$$\left.\begin{matrix} \vartheta_3, & \vartheta_0 \\ \vartheta_2, & \vartheta_1 \end{matrix}\right\} \text{ et } \left\{\begin{matrix} c_3, & c_0 \\ c_2, & 0 \end{matrix}\right.$$

les quatre fonctions ϑ elliptiques et leurs valeurs correspondantes à l'argument zéro, entre lesquelles on a l'équation

$$c_3^4 = c_0^4 + c_2^4,$$

soient de même

$$\left.\begin{matrix} \vartheta_5, & \vartheta_{12}, & \vartheta_{34}, & \vartheta_0, \\ \vartheta_{01}, & \vartheta_{02}, & \vartheta_2, & \vartheta_1, \\ \vartheta_4, & \vartheta_{03}, & \vartheta_3, & \vartheta_{04}, \\ \vartheta_{23}, & \vartheta_{13}, & \vartheta_{24}, & \vartheta_{14}, \end{matrix}\right\} \text{ et } \left\{\begin{matrix} c_5, & c_{12}, & c_{34}, & c_0, \\ c_{01}, & 0, & c_2, & 0, \\ c_4, & c_{03}, & 0, & 0, \\ c_{23}, & 0. & 0, & c_{14} \end{matrix}\right.$$

les seize fonctions ϑ hyperelliptiques de M. Weierstrass et leurs valeurs correspondantes aux arguments zéro, entre lesquelles il existe cette condition que les neuf quotients

$$\left.\begin{matrix} c_4^2, & c_0^2, & -c_2^2, \\ -c_{14}^2, & c_{01}^2, & c_{12}^2, \\ c_{34}^2, & -c_{03}^2, & c_{23}^2, \end{matrix}\right\} : c_5^2$$

---

dans lesquelles la fonction sous le radical ne dépasse pas le sixième degré, ce que, dans la suite, je n'aurai pas besoin d'ajouter.

forment les coefficients d'une substitution orthogonale au déterminant $+1$.

» Cela posé, entre la définition transcendante du module elliptique

$$\sqrt{k} = \frac{c_2}{c_3}.$$

et la définition transcendante des modules hyperelliptiques de $\varkappa$, λ, μ de Richelot

$$\varkappa = \frac{c_{23}c_4}{c_{01}c_5}, \quad \lambda = \frac{c_{03}c_{23}}{c_{12}c_{01}}, \quad \mu = \frac{c_{03}c_4}{c_{12}c_5},$$

il n'y a point de ressemblance.

» Cette considération fait présumer qu'il peut y avoir de l'avantage à abandonner les modules de Richelot en les remplaçant par d'autres qui forment l'extension du module elliptique sous le point de vue transcendant.

» Considérons l'intégrale elliptique sous la forme

$$\int \frac{d\varphi}{\sqrt{\cos\varphi^2 + k'^2 \sin\varphi^2}},$$

qui est la plus propre pour la théorie de la moyenne arithmético-géométrique de deux éléments, et dans laquelle le module k' est défini par le quotient

$$\sqrt{k'} = \frac{c_0}{c_3},$$

c'est-à-dire par le quotient des valeurs correspondantes à l'argument zéro du ϑ principal ϑ_3 et de la fonction ϑ_0 qui en dérive par l'addition de la demi-période réelle. Cette définition transcendante du module k' elliptique s'étend aux fonctions hyperelliptiques de la manière suivante. Il faut considérer le ϑ principal ϑ_5 et les trois ϑ qui en dérivent par l'addition d'une demi-période réelle, c'est-à-dire les fonctions ϑ_{12}, ϑ_{34}, ϑ_0 En y posant les arguments égaux à zéro et définissant trois modules $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$ par les équations

$$\sqrt{\varkappa_1} = \frac{c_{12}}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_2} = \frac{c_{34}}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_3} = \frac{c_0}{c_5},$$

on a trois quantités qui forment l'extension exacte du module elliptique k' sous le point de vue transcendant, et ce sont précisément ces modules qui sont les plus propres pour la théorie de la moyenne arithmético-géométrique de quatre éléments.

» Par les belles recherches de M. Hermite, on sait que les formules de transformation des fonctions hyperelliptiques s'expriment de la manière la plus simple en fonctions homogènes de quatre ϑ liés par une relation biquadratique de Göpel, condition remplie dans le cas des ϑ aux indices 5, 12, 34, 0. Mais de tels systèmes de quatre ϑ, il existe, comme on sait, un grand nombre [1], et à chaque système est attachée une transformation du second ordre. Cela fait prévoir que les systèmes de trois modules tels que $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$ peuvent être modifiés de bien des manières, et que, suivant la transformation particulière de laquelle on s'occupe, il existera un système particulier de modules qui s'y prête le mieux.

» J'espère présenter à l'Académie quelques considérations sur les formules de transformation du second ordre, qui confirmeront entièrement le point de vue que je viens d'exposer. »

M. le **Président de la Commission du passage de Vénus** présente le fascicule B des « Documents relatifs aux mesures des épreuves photographiques ».

« Ce fascicule, rédigé par M. Cornu, contient diverses études relatives à la réalisation des meilleures conditions théoriques pour la mesure des épreuves daguerriennes du passage de Vénus, en particulier l'analyse des conditions optiques les plus favorables à l'observation micrométrique des épreuves. Ces conditions sont très-générales et s'étendent à la plupart des instruments de même genre usités en Astronomie, en Géodésie et en Physique; leur analyse intéresse donc tous les observateurs occupés à l'exécution de mesures précises.

» Parmi les autres sujets traités dans ce fascicule, on peut citer la discussion approfondie des mesures ayant servi à la détermination angulaire absolue des épreuves du passage de Vénus à la station de l'île Saint-Paul. M. l'amiral Mouchez avait exécuté, conformément au programme de la Commission, une très-belle série d'observations micrométriques des fils de l'altazimut qui servait comme instrument des passages. La distance angulaire des fils étant ainsi parfaitement déterminée par plusieurs méthodes différentes, diverses épreuves daguerriennes de ces fils ont été obtenues au foyer de la lunette photographique, dans les conditions mêmes où les épreuves du passage ont été produites.

(1) Ce nombre est de soixante, et parmi ces systèmes il y en a quinze dans lesquels tous les quatre ϑ sont des fonctions paires.

» La plus parfaite de ces épreuves a été étudiée avec les machines micrométriques de la Commission. La proportionnalité des mesures a été complète; on a pu ainsi en conclure la valeur du coefficient qui permet de passer des mesures linéaires des épreuves aux mesures angulaires.

» La concordance des résultats ainsi obtenus avec ceux de la *Connaissance des Temps* pour 1874 est très-satisfaisante. En effet, on déduit des mesures déjà publiées (fascicule C) les valeurs suivantes de la somme des rayons du Soleil et de Vénus, R + *r* :

Saint-Paul.

	R + *r*.
Épreuve n° 5	1009″,6
» n° XXX	1007,1
» n° XLVIII	1010,9
» n° 45	1007,9
» n° XLVII	1010,2
Moyenne	1009,14

Le chiffre déduit des données de la *Connaissance des Temps* est 1007″,7. La différence 1″,4 est de l'ordre des divergences qu'on rencontre avec les instruments de puissance inégale. Elle s'explique d'ailleurs aisément par la dissemblance des modes d'observation.

» Le choix de l'élément R + *r* est nécessaire pour l'élimination de l'effet bien connu sous le nom d'*irradiation photographique*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Botanique (Organographie et Physiologie végétale) laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Ad. Brongniart.*

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 53,

M. Van Tieghem obtient	37	suffrages.
M. Max. Cornu »	15	»

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre des votants étant 47,

M. Max. Cornu obtient....... 43 suffrages.

Il y a 4 bulletins blancs.

En conséquence, la liste qui sera adressée à M. le Ministre comprendra : en première ligne, M. VAN TIEGHEM; en seconde ligne, M. MAX. CORNU.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Vaillant (Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique).

MM. Becquerel, Breguet, du Moncel, Fizeau et Jamin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Desains.

Prix Montyon (Statistique) : MM. de la Gournerie, Boussingault, Cosson, Lalanne et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Favé et Morin.

Prix L. Lacaze (Chimie) : MM. Boussingault, Dumas et Berthelot réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Chimie. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Sainte-Claire Deville et Pasteur.

Prix Barbier : MM. Vulpian, Gosselin, Larrey, Chatin et Cloquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sedillot et Bouillaud.

Prix Alhumbert (Physiologie des Champignons) : MM. Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Trécul, Decaisne réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Pasteur.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Trécul, Van Tieghem, Decaisne et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Pasteur.

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur une Note relative à l'endiguement du Tibre, à Rome, présentée par* M. Dausse.

(Commissaires : MM. Mangon, de la Gournerie, Favé, général Morin rapporteur).

« M. Dausse, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, a présenté, le 12 août 1878, à l'Académie, une Note sur l'endiguement du Tibre, à Rome, question qui, depuis longtemps, préoccupe avec raison les ingénieurs italiens les plus distingues et qui se lie directement aux études que l'auteur poursuit avec tant de persévérance depuis de longues années.

» On sait, en effet, que, par suite de l'encombrement du fleuve dans sa traversée au sein de la Ville éternelle, une partie des quartiers les plus populeux est périodiquement exposée à être inondée, et que, par une crue du 28 décembre 1870, le fleuve s'étant élevé à la hauteur excessive de 12 mètres au-dessus de son étiage, les quartiers les plus populeux et plusieurs des principaux monuments ont été envahis par les eaux.

» Justement ému d'un état qui, depuis de longues années, va toujours en s'aggravant, le gouvernement a appelé, sur cette grave question, l'attention du conseil supérieur des Ponts et Chaussées d'Italie, et les résultats de l'enquête ouverte à ce sujet ont été publiés par ses soins.

» Les ingénieurs de tous les pays, qui s'intéressent aux importantes questions en rapport avec la navigation et le régime des rivières et des fleuves, ont ainsi été saisis de celle qui concerne l'endiguement du Tibre, à Rome, et, pour ainsi dire, mis en demeure de l'examiner.

» M. Dausse, qui depuis près de cinquante ans s'occupe de la matière, s'est cru plus qu'un autre autorisé à aborder résolûment, d'après des principes dont il a fait plus d'une fois l'application, cette grave question, au sujet de laquelle, après un examen attentif des lieux, il s'est d'ailleurs mis en communication avec les plus illustres ingénieurs italiens et avec plusieurs ministres des travaux publics du pays. C'est ce qui l'a conduit à soumettre de son autorité privée une solution du problème de l'endiguement du Tibre, à Rome, à l'appréciation de l'Académie.

» Mais si M. Dausse, initié aux grandes questions d'Hydraulique par de longues recherches auxquelles l'Académie des Sciences a plus d'une

fois accordé sa haute approbation, en en ordonnant l'insertion dans son *Recueil des Savants étrangers,* et provoqué même à le faire par de hauts personnages italiens, s'est cru dans son droit d'ingénieur et d'homme de science de dire hautement son opinion sur la solution qu'il convient d'adopter, la situation de vos Commissaires, parlant au nom de l'Académie, n'est pas la même, et ils se croient obligés à d'autant plus de réserve, que la question est depuis longtemps controversée et que la Compagnie n'est et ne peut être directement saisie par le gouvernement auquel seul la solution définitive appartient.

» Cette réserve ne nous a pas paru, cependant, un motif suffisant pour nous dispenser d'examiner le travail de l'auteur.

» La question des ouvrages de défense contre les inondations, qui a préoccupé depuis si longtemps les plus savants ingénieurs français ou italiens, a pris de nos jours, à la suite de récents désastres, une telle importance, et l'épouvantable catastrophe dont une populeuse et florissante cité d'un pays ami de la France vient d'être victime a manifesté si hautement les inconvénients et les dangers de certaines dispositions qu'on croyait préservatrices, qu'il nous a semblé qu'un examen général des circonstances si diverses que présente le régime des grands fleuves et des mesures adoptées ou proposées serait non moins utile aux progrès de la science de l'hydraulique des grands cours d'eau que celui du cas particulier de l'endiguement du Tibre à Rome, sur lequel M. Dausse a plus spécialement appelé l'attention de l'Académie.

» C'est cet examen que nous nous proposons de faire rapidement, pensant que, pour les divers cas particuliers, il en pourra résulter quelques indications d'ensemble sur la nature des mesures à prendre et des travaux à exécuter.

» *Utilité principale des grands cours d'eau.* — Le plus grand parti que les sociétés humaines tirent de l'existence des cours d'eau est sans contredit la facilité qu'elle leur donne de transporter à peu de frais, par la seule action de leur courant, les produits de la nature et ceux de l'industrie.

» Depuis les torrents et les ruisseaux des montagnes, qui ne peuvent servir en certaines saisons qu'au flottage des bois, jusqu'aux plus puissants fleuves, qui parcourent les plaines, la connaissance du régime normal de leurs eaux et des époques auxquelles on peut les utiliser est donc un objet d'une grande importance, et il n'est pas hors de propos de rappeler que, dans plusieurs Mémoires dont, sur les rapports de Cauchy et d'Élie de Beaumont, l'Académie a ordonné l'insertion dans son *Recueil des Savants*

étrangers, M. Dausse s'est particulièrement occupé [1] de cette question du régime normal des eaux de nos principales rivières, et qu'il a déterminé pour la plupart d'entre elles la durée du temps moyen pendant lequel la navigation a le plus le droit de compter sur un tirant d'eau suffisant : c'est ce qu'il a nommé l'*état de la tenue de leurs eaux*.

» La connaissance de cet état est une donnée de première importance pour permettre d'apprécier la valeur relative d'une rivière comme voie navigable et les avantages plus ou moins grands qu'il y aurait à recourir de préférence à un canal latéral.

» L'opportunité de ces études de M. Dausse était d'autant plus grande, en 1828, que, vers l'époque à laquelle il les faisait connaître, en ce qui concernait la Seine, leur résultat contribua puissamment à confirmer les plus expérimentés de nos ingénieurs dans leur opposition à l'espèce d'adage, un peu trop britannique, proclamé en Angleterre par le célèbre Brindley, à savoir que *les rivières sont faites pour alimenter les canaux*, ou, en d'autres termes, pour la plus grande gloire de l'art de l'ingénieur.

» Brindley, en énonçant ce paradoxe hydraulique, oubliait que l'Angleterre n'a pas, à proprement parler, une seule rivière navigable d'une certaine étendue, et que ce qui pouvait être à peu près vrai pour les cours d'eau de sa patrie était complétement faux pour les pays heureusement doués de riches et abondantes rivières.

» Ce travail de M. Dausse détermina dans l'opinion un revirement, qui conduisit le Gouvernement à s'occuper sérieusement de l'amélioration de la navigation fluviale, sans méconnaître les avantages que, dans beaucoup de cas, présentait l'usage des canaux, avantages aujourd'hui bien atténués cependant par la multiplicité des chemins de fer, dont les services rapides et continus offrent au commerce et à l'industrie d'autres avantages directs et indirects de plus d'un genre, dont l'ensemble en fait le mode de transport le plus rapide, le plus commode et parfois même le plus économique.

» *Inconvénients et dangers des cours d'eau.* — Mais les rivières, comme toutes les choses de ce monde, sont sujettes à des variations qui présentent des inconvénients et parfois de graves dangers pour les populations : les sécheresses et les crues plus ou moins violentes. C'est sous ce double rapport que l'examen général que nous faisons de la question se rattache au travail présenté par M. Dausse.

» Lorsque, par suite des sécheresses, l'abaissement du niveau des rivières

(1) *Statistique des rivières de France*, couronnée par l'Académie des Sciences en 1840.

s'étend périodiquement sur de grandes longueurs de leur cours, l'art de l'ingénieur a recours à l'emploi de barrages de retenue éclusés, établis de distance en distance pour soutenir de proche en proche les eaux à une hauteur suffisante à l'aval de chaque barrage. Ce dernier genre de travaux a reçu depuis quelques années des perfectionnements considérables, dus à MM. Thénard, Poirée, Chanoine, Krantz..., et au moyen desquels on peut, en temps de crue, laisser à la rivière un large lit d'écoulement pour atténuer les effets d'inondation. Nous n'avons pas à nous en occuper ici.

» Mais il arrive souvent dans les rivières à fond mobile que, par l'effet des crues montantes, qui ont entraîné des matériaux qu'elles ont abandonné en s'abaissant, il se forme, en certains endroits et sur des longueurs peu étendues, ce que l'on nomme des *hauts-fonds*, où la navigation, ne trouvant plus le tirant d'eau nécessaire, est complétement entravée.

» Pour remédier à ce grave inconvénient sans recourir à des moyens trop dispendieux, trop lents et d'un effet peu durable, tels que le draguage, on a eu recours, il y a quarante ans environ, en France, à une disposition en usage depuis longtemps dans la partie inférieure du Pô, mais pour un autre but, auquel celui que nous allons citer satisfait également.

» Nous voulons parler de ces petites digues submersibles établies dans le lit majeur du Pô entre le fleuve et les grandes digues insubmersibles, dont il sera question plus tard. M. Comoy, dans ses belles recherches sur la *Défense contre les inondations*, en parle en ces termes :

« Ces digues ont pour but de protéger contre les crues moyennes les plaines si riches et si fertiles que l'on a laissées dans le lit majeur, et que l'on appelle *golènes*.

» Pour que les petites digues en question n'empêchent pas les eaux des grandes crues de s'épancher dans toute la largeur du lit majeur, il est prescrit d'établir leur couronnement à $1^{m},50$ au moins au-dessous de celui des grandes digues insubmersibles »

» Cette limitation de la hauteur des digues submersibles dans la vallée du Pô, en permettant aux crues modérées de se répandre dans les plaines et d'y opérer par le dépôt des troubles un colmatage fertilisant, a considérablement augmenté la valeur de ces prairies, qui sont classées parmi les plus fertiles de la contrée.

» Mais, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, l'emploi de digues submersibles établies sur les limites ordinaires du lit des rivières à fond mobile a eu un autre but que celui que se proposaient les ingénieurs italiens, auquel il satisfait cependant également.

» Ces digues, d'une très-faible hauteur, établies en plein lit de rivière sur une longueur qui, en amont, excède peu celle du haut-fond et qui en

aval doit se prolonger jusqu'à des endroits suffisamment profonds, dépassent rarement de plus de 1 mètre le niveau de l'étiage. Elles rétrécissent ainsi notablement, à l'époque des basses eaux, la largeur du lit majeur, et, par l'espèce de chenal qu'elles forment et que M. Dausse appelle un *duit*, elles déterminent en amont un exhaussement du niveau et par suite un surcroît de vitesse suffisant pour entraîner les graviers et les sables du haut-fond et assurer à la navigation le tirant d'eau nécessaire.

» Lorsque dans les crues d'été le niveau surpasse ces petites digues, les eaux se répandent naturellement, mais sans causer des dégâts dans le reste du lit. Ce procédé simple et peu dispendieux d'amélioration du régime des rivières à fond mobile a été mis avec succès en usage sur la Moselle, vers 1835 à 1836, par MM. Lemasson et Lejoindre, et a permis à la navigation de fonctionner entre Metz et Frouard sans interruption.

» Il a depuis été appliqué avec succès, au même point de vue, sur plusieurs parties du cours de la Loire. Il n'est peut-être pas hors de propos d'ajouter que, si aux avantages qu'il présente, quant à l'approfondissement du lit des rivières à fond mobile dans les hauts-fonds et dans certains cas, de mettre les terres riveraines à l'abri des crues d'été, le système des digues submersibles joint, quand elles sont débordées, comme nous l'avons indiqué, celui de favoriser les colmatages par le dépôt des limons et des troubles qu'entraînent les eaux des crues.

» Bien que ces effets de colmatage soient bien connus des ingénieurs et des agriculteurs, on ne les utilise pas assez, croyons-nous, non-seulement en ce qui concerne les dépôts abandonnés par des eaux courantes, mais même sur les rivages de la mer, à l'embouchure des fleuves, où d'immenses étendues appelées *lais de mer*, alternativement couvertes et abandonnées par les eaux, sont complétement improductives.

» Nous n'en citerons pour exemple que le résultat obtenu en quelques années à l'embouchure de la Somme par la Compagnie du chemin de fer du Nord, qui, par de petits endiguements convenablement ménagés et gouvernés, moyennant une dépense de 515 000 francs, a ainsi conquis sur l'Océan et transformé en terres cultivables 502 hectares de lais de mer estimés aujourd'hui à la valeur de 1 740 500 francs.

» Revenant à l'objet principal du Mémoire de M. Dausse, qui a pour sujet la critique des projets présentés au gouvernement italien pour l'endiguement du Tibre à Rome, en le contenant, dans la traversée de la ville, entre des murs de quai d'une hauteur de 18 mètres, bien supérieure au niveau des rues et des quartiers voisins, nous dirons seulement que cet ingénieur

propose à l'inverse de chercher la solution de la préservation de ces quartiers contre les inondations dans l'abaissement et le creusement du lit actuel du fleuve, pour rétablir d'une manière continue la navigation aujourd'hui interrompue. Son argumentation se base sur des résultats déjà constatés et obtenus à l'aide de ces étranglements qu'il appelle *duits*, opérés par de petites digues submersibles.

» Les projets qu'il présenta pour la Loire paraissent remonter à l'année 1833; nous n'en parlerons pas ici et, sans nous permettre de conclusions absolues sur un sujet soumis à tant d'influences diverses, nous nous bornerons à citer les abaissements du niveau des crues obtenus sur divers cours d'eau par l'adoption du système des duits qu'il a proposé.

» Les chiffres sur lesquels il fonde son opinion sont consignés dans le tome XX du *Recueil des Savants étrangers* (1872).

» Abaissement stable et constant :

» 1° De $1^m,50$, de l'Isère, à Grignon, par le duit construit en aval, c'est-à-dire par l'endiguement continu de la rivière;

» 2° De $2^m,00$, par le prolongement ultérieur de ce duit;

» 3° De $2^m,15$, de l'Arve par le duit de Sallanches;

» 4° De $2^m,40$, de l'Arve, par le duit de Bonneville;

» 5° De $2^m,61$ de l'Arc, par le duit d'Aiton;

» 6° De $3^m,25$, par le prolongement sur l'Isère du même duit;

» 7° De $4^m,06$, du Linth Canal, par le duit ouvert à l'issue du lac de Walen, par Escher.

» C'est en se basant sur les résultats ci-dessus produits par des duits de certaines longueurs sur des cours d'eau médiocres, charriant des cailloux, que M. Dausse pense pouvoir affirmer qu'un approfondissement naturel au moins équivalent pourrait être obtenu dans Rome et au delà sur le cours du Tibre, qui ne charrie, dit-il, que des sables et du limon.

» Tout en appréciant à leur valeur les conséquences que ce savant ingénieur croit pouvoir déduire de ces résultats, nous persistons à penser qu'il n'appartiendrait pas à l'Académie de se prononcer sur la question même qu'il a soulevée, et dont la solution revient au gouvernement et aux ingénieurs italiens.

» Nous croyons seulement devoir faire remarquer que, si dans les villes l'encaissement des rivières entre des murs de quai plus ou moins élevés, construits sur les rives mêmes du lit majeur, est le plus souvent commandé par des conditions locales de voirie, et s'il préserve les rues latérales de l'invasion des eaux, la hauteur toujours inévitablement croissante des crues

en rend l'emploi de moins en moins avantageux pour les habitations voisines, dont les caves sont le plus souvent inondées. C'est ce qui se produit fréquemment à Paris.

» Mais, lorsqu'il s'agit de grandes rivières, coulant en rase campagne, à travers de riches vallées qu'il s'agit de mettre à l'abri des ravages des inondations, la question change de face. Il convient alors d'un côté de faire aux eaux affluentes une large part pour atténuer leur vitesse d'écoulement, en profitant des colmatages produits par leurs dépôts, et de l'autre de limiter, s'il est possible, leur invasion à de certaines limites. Telle est la destination des grandes digues dites *insubmersibles*, mais trop souvent impuissantes, et dont la rupture entraîne des désastres dont on n'a que trop d'exemples.

» La prudence a depuis longtemps fait reconnaître aux ingénieurs italiens de la vallée du Pô que les dépôts toujours abandonnés par les eaux ont pour effet général d'exhausser le fond des cours d'eau, et par conséquent de relever le niveau des crues et d'obliger à élever successivement les digues pour pouvoir les considérer comme insubmersibles, au moins pendant une période suffisante (¹).

» D'une autre part, ces dépôts, formés des terres et des limons légers que les eaux abandonnent, sont pour les terres inondées pendant les crues d'hiver un élément fertilisant si puissant, que, dans bien des vallées à pente douce, l'agriculture trouve avantage à laisser les eaux s'épancher librement. Les belles et riches prairies de la Meuse et de la Marne en sont un exemple.

» Ces considérations, sur lesquelles il ne convient pas d'insister en ce moment, ont conduit les ingénieurs les plus distingués qui se sont occupés de la question des ouvrages de défense contre les inondations à poser pour règle à l'établissement des grandes digues qu'elles doivent être placées à des distances considérables, de 500 à 600 mètres au moins, s'il se peut, des rives du lit majeur des rivières.

» D'après le témoignage récent d'un ancien président du conseil de Hongrie, M. le comte Melchior Longay, l'illustre ingénieur italien Paleocapa, consulté en 1846 au sujet de la régularisation du cours de la Theiss, avait recommandé de laisser entre les digues à établir et les rives un intervalle de plusieurs centaines de toises, afin de fournir à l'inondation un terrain suffisant pour qu'elle pût s'étendre sans danger.

(¹) Une lettre reçue de Szegedin depuis la lecture de ce Rapport prouve, en effet, que de 1830 à 1879 le niveau des crues près de cette ville s'est élevé de plus de 2 mètres.

» Ce conseil ne fut malheureusement pas écouté : toutes les digues ont été construites sur les rives mêmes de la rivière, et l'épouvantable désastre de la ville de Szegedin en a été la conséquence.

» On voit, par l'examen sommaire que nous venons de faire de quelques-unes des questions nombreuses et délicates qui se rattachent au régime des rivières, combien il est nécessaire de les avoir étudiées sous plus d'un point de vue. C'est à cette longue étude que, depuis tant d'années, se livre M. Dausse, et, bien que la Note qu'il a soumise à l'Académie ne puisse être l'objet d'un jugement que le gouvernement italien a seul le droit de formuler, nous pensons qu'elle contient des résultats assez importants sur la question spéciale qu'il y traite, pour que l'Académie lui adresse ses remercîments pour cette Communication, qui d'ailleurs fait suite aux différents travaux du même auteur auxquels elle a accordé sa haute approbation. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur l'inscription électrique de la parole.* Note de M. Boudet de Paris.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Desains.)

« L'appareil transmetteur est un parleur microphonique dont les charbons, au lieu d'être pressés par un ressort, sont simplement maintenus au contact par la pression d'un petit morceau de papier plié en forme de V. La sensibilité de ce parleur est telle, que, avec le courant d'un seul élément Leclanché pour un parcours de 500 mètres, la voix reproduite par un téléphone récepteur peut être entendue dans toute une pièce. Les vibrations du diaphragme du récepteur ne pouvaient pas être inscrites; car les mouvements du style, quelque délicat que fût l'appareillage, se distinguaient à peine sur le noir de fumée. Pour amplifier les vibrations magnétiques de l'appareil récepteur, nous avons enlevé au téléphone Bell son couvercle et son diaphragme, nous avons fixé sur le bois de l'instrument l'extrémité d'un petit ressort d'acier assez résistant; l'autre extrémité de ce ressort vient aboutir en face du noyau aimanté entouré de sa bobine; à cette extrémité est soudée une petite masse de fer doux pesant environ 10 grammes; puis sur cette masse, et dans le prolongement de l'axe du ressort, est fixé un style léger en bambou de 10 centimètres de long, et terminé par une

plume en baleine très-mince. Cet instrument nous a fourni les tracés que nous mettons sous les yeux de l'Académie. Ces tracés ont été pris sur papier à décalcomanie, puis transposés sur verre, afin d'en permettre la projection, la photographie et l'étude au microscope.

» Deux points principaux ressortent de l'inspection de ces tracés :

» 1° Ils présentent deux ordres de vibrations : de grandes vibrations, ou plutôt des ondulations, qui se reproduisent toujours dans le même ordre lorsqu'on prononce le même mot ou la même voyelle; puis de petites vibrations, très-courtes, très-nombreuses, visibles à la loupe et échelonnées sur les grandes ondulations. Ces petites vibrations seules nous paraissent produites par la parole. Les ondulations peuvent s'expliquer de deux façons : ou bien elles sont produites par le souffle qui accompagne nécessairement l'émission de la voix, ou bien elles sont dues à l'inertie même du levier. Notre savant maître, M. le professeur Marey, paraît adopter cette dernière opinion; c'est là un vice d'appareil que nous tâcherons d'éviter dans nos prochaines expériences.

» 2° Lorsque la continuité du courant est établie dans le circuit et au travers des appareils transmetteurs et récepteurs, la masse métallique est attirée par l'aimant jusqu'à une certaine limite qui varie avec l'intensité du courant. Vient-on à parler dans le microphone, aussitôt l'armature est repoussée, et cette répulsion est d'autant plus forte que les paroles sont plus fortement accentuées; le maximum a lieu pour les consonnes dentales. Il se passe là un phénomène absolument identique à celui de l'*oscillation négative* de l'aiguille du galvanomètre; l'explication, d'ailleurs, semble être la même. Pendant le silence, la pression uniforme des charbons l'un contre l'autre facilite le passage du courant et par suite l'attraction de l'armature; lorsque l'on parle dans le microphone, la pression des charbons varie autant de fois qu'il y a de vibrations dans le son produit; le courant, sans cesser d'être continu, a de très-nombreuses variations d'intensité, et l'armature prend une position qui rappelle celle de l'aiguille du galvanomètre dont le fil est traversé par un courant à intermittences rapides. Ce fait nous paraît devoir aider à l'explication des mouvements vibratoires du diaphragme dans les téléphones récepteurs. Pour nous, ces diaphragmes auraient des *vibrations négatives*.

» Parmi les tracés que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, quelques-uns nous paraissent surtout mériter l'attention. Ce sont ceux qui représentent les mots : *Amsterdam, déposé, Pompéi, Cupido, Ivanohé*. Nous avons d'abord prononcé isolément les voyelles contenues dans ces mots,

puis le mot tout entier en scandant ses syllabes. La comparaison des deux tracés permet de voir l'effet produit par l'adjonction des consonnes.

» Nous n'avons pas la prétention de croire notre but atteint; nous sommes loin encore de la *parole écrite* et facile à reconnaître à la lecture des tracés. Toutefois, nous avons cru intéressant de signaler nos premiers résultats de l'inscription électrique de la parole, et nous osons les soumettre à la bienveillante attention de l'Académie. »

M. A. Gateau adresse la description d'un moteur à gaz liquéfié.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Tresca, Berthelot.)

M. Poullain de la Motte adresse plusieurs Notices sur une modification à la forme des rails des tramways.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 4ᵉ édition d'un ouvrage de sir *John Lubbock*, intitulé : « Prehistoric Times, as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages. » (Présenté par M. de Quatrefages.)

2° Une brochure de M. *J. Violle*, intitulée : « Rapport sur la question 19 du programme pour le Congrès météorologique de Rome : Y a-t-il eu depuis le premier Congrès des expériences décisives, donnant une méthode simple, exacte, pour mesurer la radiation? quel est le rapport entre la radiation et la quantité de vapeur contenue dans l'atmosphère? »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète périodique II, 1867 (Tempel), faite par M.* Tempel *à l'Observatoire de Florence.* (Extrait d'une Lettre adressée à M. Lœwy.)

« M. Tempel a retrouvé la comète II, 1867, le 24 avril, après l'avoir vainement cherchée durant les rares belles nuits des mois de février et de mars. La comète se trouvait tout à la limite des éphémérides hypothétiques de M. Gauthier.

» L'observation est la suivante :

Date. 1879.	Temps moyen de Florence.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
Avril 24.........	$14^h.30^m$	$16^h.50^m.59^s$	$-13^\circ.32',0$

» La comète est faible, diffuse et granulée vers son milieu; son diamètre est de 2 minutes.

» C'est le second retour de cette intéressante comète périodique qui peut, à son aphélie, se rapprocher considérablement de Jupiter et en éprouver de fortes perturbations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle forme des coordonnées dans le problème des deux corps.* Note de M. H. GYLDÉN, présentée par M. Hermite.

« La solution d'un problème de Mécanique peut être donnée sous des formes analytiques différentes, en introduisant au lieu du temps une autre variable indépendante dont la nature est déterminée de façon à satisfaire à certaines conditions. Considérons, par exemple, les équations

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \mu\frac{x}{r^3} = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} + \mu\frac{y}{r^3} = 0,$$

dont dépend le problème des deux corps; elles deviennent, en posant $t = f(u)$,

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{f''(u)}{f'(u)}\frac{dx}{du} + \mu f'^2(u)\frac{x}{r^3} = 0,$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{f''(u)}{f'(u)}\frac{dy}{du} + \mu f'^2(u)\frac{y}{r^3} = 0.$$

» Or, le rayon vecteur étant aussi fonction de u, on peut imaginer qu'il existe une relation directe entre r et la fonction $f(u)$, qui cependant peut être choisie de diverses manières. Supposons en premier lieu $f'(u) = \beta r$, β étant une constante; nous aurons $dt = \beta r du$, d'où l'on conclut que u n'est autre chose que l'anomalie excentrique. Venons à une autre supposition. Soit $f'(u) = \beta r^2$; il est facile de voir que la variable u est maintenant l'anomalie vraie. Mais il est clair que ces relations entre $f'(u)$ et r ne sont point les seules qu'on peut établir. Soit $f'(u) = \beta r^{\frac{3}{2}}$, β étant toujours une

constante; on aura

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} - \dfrac{3}{2}\dfrac{1}{r}\dfrac{dr}{du}\dfrac{dx}{du} + \mu\beta^2 x = 0, \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} - \dfrac{3}{2}\dfrac{1}{r}\dfrac{dr}{du}\dfrac{dy}{du} + \mu\beta^2 y = 0, \end{cases}$$

et ces équations donnent, par des combinaisons que je vais indiquer, les résultats suivants, où h désigne une constante d'intégration :

$$\left(\frac{dx}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy}{du}\right)^2 = \beta^2(2\mu r^2 - hr^3),$$

$$r\frac{d^2r}{du^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2 = \beta^2(\mu r^2 - hr^3).$$

» Partant des identités

$$x\,dx + y\,dy = r\,dr, \quad x\,d^2x + y\,d^2y + dx^2 + dy^2 = r\,d^2r + dr^2,$$

nous déduisons d'abord des équations (1) la suivante :

$$(2) \qquad r\frac{d^2r}{du^2} + \left(\frac{dr}{du}\right)^2 - \left[\left(\frac{dx}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy}{du}\right)^2\right] - \frac{3}{2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2 + \beta^2\mu r^2 = 0.$$

» En multipliant ensuite la première des équations (1) par $\frac{dx}{du}$, la seconde par $\frac{dy}{du}$ et ajoutant, nous aurons

$$\frac{1}{2}\frac{d}{du}\left[\left(\frac{dx}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy}{du}\right)^2\right] = \frac{3}{2}\frac{1}{r}\frac{dr}{du}\left[\left(\frac{dx}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy}{du}\right)^2\right] + \beta^2\mu r\frac{dr}{du} = 0,$$

d'où l'on tire

$$(3) \quad \left(\frac{dx}{du}\right)^2 + \left(\frac{dy}{du}\right)^2 = e^{3\log r}\left[-\beta^2 h - 2\beta^2\mu\int re^{-3\log r}dr\right] = \beta^2(2\mu r^2 - hr^3),$$

la constante d'intégration étant désignée par $-\beta^2 h$, de sorte qu'on aura

$$h = \frac{\mu}{a}.$$

On trouve ensuite au moyen de (2) et (3)

$$r\left(\frac{d^2r}{du^2}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2 = \beta^2(\mu r - hr^3).$$

» Soit maintenant $r = bz^2$, b étant une constante; nous obtenons ainsi

$$\frac{d^2z}{du^2} = \frac{1}{2}\beta^2(\mu z - bhz^3),$$

puis, par l'intégration,

$$\frac{2}{\beta^2}\left(\frac{dz}{du}\right)^2 = -c_1 + \mu z^2 - \tfrac{1}{2} b h z^4,$$

en désignant par c_1 une constante arbitraire. Remplaçons ces constantes h et c_1 par deux autres a et e, déterminées en posant

$$h = \frac{\mu}{a}, \quad c_1 = \tfrac{1}{2}\mu(1-e);$$

supposons, de plus, qu'on ait pris pour les constantes b et β les valeurs $b = a(1+e)$, $\beta^2 = \frac{4}{\mu(1+e)}$, et écrivons $\frac{2e}{1+e} = k^2$, $\frac{1-e}{1+e} = k'^2$. Notre équation différentielle, devenant $\left(\frac{dz}{du}\right)^2 = (z^2 - k'^2)(1 - z^2)$, donne

$$z = \mathrm{dn}(\mathrm{K} - u, k),$$

la constante d'intégration étant prise de manière que z ou r est minimum pour $u = \mathrm{K}$. Par l'analyse précédente, la fonction $f(u)$ est déterminée de sorte qu'on ait

$$\frac{dt}{du} = f'(u) = (1+e)\frac{2a^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{\mu}}\left(\frac{k'}{\mathrm{dn}\, u}\right)^2,$$

et l'on en tire

$$n\,dt = \frac{4}{1+k'^2}\left(\frac{k'}{\mathrm{dn}\, u}\right)^2 du,$$

en faisant $n = \frac{\sqrt{\mu}}{a^{\frac{3}{2}}}$. On trouve aisément aussi pour l'anomalie vraie v la valeur $v = 2\,\mathrm{am}\, u$, de sorte que les coordonnées du mobile sont exprimées en fonctions elliptiques de la variable u, qui est liée au temps par l'équation (2).

» Dans une autre occasion, nous montrerons qu'on peut, en partant de ces équations, obtenir directement, par les transformations connues, les formules propres au cas où l'excentricité est plus grande que l'unité, et même au cas où la force centrale est répulsive. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions non uniformes.* Note de M. E. PICARD.

« Considérons une fonction multiforme d'une variable complexe z, n'ayant dans toute l'étendue du plan ou de la sphère que trois points sin-

guliers ; pour toute autre valeur de la variable, cette fonction reste finie et continue, et elle est uniforme dans toute région du plan à contour simple ne contenant aucun de ces trois points. Telle serait, par exemple, une intégrale d'une équation différentielle linéaire ayant trois points singuliers. Je me propose de montrer dans cette Note comment on peut trouver un développement de la fonction, valable pour tous les points du plan, quel que soit d'ailleurs le chemin suivi par la variable.

» Je commence par traiter la question suivante : Soit $f(z)$ une fonction de z n'ayant à l'intérieur d'un cercle C, ayant l'origine pour centre et un rayon r que nous supposerons moindre que l'unité, d'autre point singulier que l'origine ; on peut trouver un développement en série de la fonction valable pour tous les points du cercle, quel que soit le chemin suivi par la variable. Faisons, en effet, la transformation $y = \frac{1}{\log z}$. Au cercle C du plan des z correspond dans le plan des y un cercle C' passant par l'origine et ayant pour centre le point $y = \frac{1}{2lr}$ (lr désignant le logarithme arithmétique de r); et si, comme nous le supposons, r est moindre que l'unité, aux points à l'intérieur du cercle C correspondent des points à l'intérieur du cercle C'. Par la transformation $z = e^{\frac{1}{y}}$, la fonction $f(z)$ devient une fonction de y, que l'on reconnaît aisément être uniforme et continue à l'intérieur du cercle C'. On peut donc la développer suivant les puissances croissantes de $y - \frac{1}{2lr}$, et, en remplaçant y par $\frac{1}{\log z}$, on a pour $f(z)$ la forme suivante :

$$f(z) = \sum_{n=0} A_n \left(\frac{1}{\log z} - \frac{1}{2lr}\right)^n,$$

où les A_n sont des constantes. Aux déterminations multiples de $\log z$ correspondent les déterminations multiples de la fonction.

» Revenons maintenant au problème qui fait l'objet de cette Note. Nous supposerons tout d'abord, ce qui ne restreint en rien la généralité du problème, que les trois points singuliers de la fonction sont les points $z = 0$, $z = 1$ et le point à l'infini. C'est dans la théorie des fonctions elliptiques que j'ai trouvé une expression permettant d'effectuer un changement de variable convenant à notre objet. Soient $4K$ et $2iK'$ les périodes de la fonction elliptique ; K et K' sont, comme on sait, représentés par des intégrales définies pour des valeurs réelles comprises entre zéro et l'unité de $z = k^2$ (k désignant, suivant l'usage, le module) En se servant de l'équation diffé-

rentielle linéaire du second ordre à laquelle ils satisfont, on peut (FUCHS, *Journal de Borchardt*, t. LXXI) les définir pour des valeurs complexes quelconques de la variable z. Considérons alors la fonction $q = e^{-\pi\frac{K'}{K}}$, qui se trouve ainsi définie pour toute valeur de z. M. Fuchs a étudié cette transcendante (*Journal de Borchardt*, t. LXXXIII), et il a montré que la fonction z de q, qui en résulte par l'inversion, est une fonction holomorphe de q dans l'intérieur du cercle C décrit du point $q = 0$ comme centre, avec un rayon égal à l'unité. Quand z arrive, après avoir suivi un chemin quelconque, à l'un des points $0, 1, \infty$, q tend soit vers zéro, soit vers un point de la circonférence C. On peut en outre établir que, pour toute valeur de z distincte de $0, 1, \infty$, quel que soit d'ailleurs le chemin suivi pour y arriver, q a une valeur différente de zéro et d'un module moindre que un. J'ajoute une remarque importante pour l'objet que nous avons en vue; si q part d'une valeur q_0 et revient à ce point après avoir décrit une courbe (située, bien entendu, à l'intérieur du cercle C) ne comprenant pas l'origine a son intérieur, z part du point correspondant z_0 et revient à ce point après avoir décrit un chemin n'embrassant aucun des points 0 et 1.

» Cela posé, soit $z = \varphi(q)$ la fonction résultant de l'inversion. Faisons le changement de variable $z = \varphi(q)$, la fonction $f(z)$ deviendra une fonction $F(q)$, n'ayant dans le cercle C d'autre point singulier que l'origine. Il est facile de démontrer, en effet, en s'appuyant sur la remarque faite précédemment, que la fonction $F(q)$ est uniforme et continue dans toute région du cercle, à contour simple, ne comprenant pas l'origine.

» Nous nous trouvons ainsi amené à considérer une fonction $F(q)$ jouissant des mêmes propriétés que la fonction considérée au début. Posons seulement $q = \lambda q'$, où λ désigne un nombre réel positif plus grand que l'unité; nous aurons de cette manière une fonction $F(\lambda q')$ de q' n'ayant a l'intérieur d'un cercle ayant l'origine pour centre et un rayon $\frac{1}{\lambda}$ plus petit que un d'autre point singulier que l'origine. Nous pouvons appliquer à cette fonction le développement indiqué au début On aura ainsi

$$F(\lambda q') = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \left(\frac{1}{\log q'} + \frac{1}{2l\lambda}\right)^n,$$

et par suite

$$F(q) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \left(\frac{1}{\log q - l\lambda} + \frac{1}{2l\lambda}\right)^n,$$

les A_n étant des constantes.

» Remplaçons enfin q par $e^{-\pi\frac{K'}{K}}$; cette formule deviendra

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \left(- \frac{1}{\pi\frac{K'}{K} + l\lambda} + \frac{1}{2l\lambda} \right)^n$$

» Tel est le développement de la fonction $f(z)$ valable pour tous les points du plan, quel que soit le chemin suivi par la variable. Les déterminations multiples du quotient $\frac{K'}{K}$ nous donnent les déterminations multiples de la fonction. On voit ici que l'expression $\frac{K'}{K}$ joue en quelque sorte le rôle de fonction simple. Or la variation de ce quotient est connue; car, étant données en un point quelconque deux déterminations particulières de K et de K', on sait trouver les valeurs de ces fonctions en un autre point quand on donne le chemin suivi par la variable pour arriver en ce point; c'est ce qui résulte des travaux de M. Fuchs et de l'étude faite récemment par M. Tannery (*Comptes rendus*, avril 1878) de l'équation qui relie au module la fonction complète de première espèce. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration théorique et expérimentale de la définition suivante de la température : La température est représentée par la longueur de l'oscillation calorifique des molécules d'un corps.* Note de M. **R. Pictet.**

« Si l'on admet que la *chaleur* n'est que la manifestation pure et simple des forces moléculaires dont les particules constituantes des corps sont douées, on doit nécessairement admettre aussi que le travail mécanique absorbé par le mouvement calorifique doit déplacer ces particules de leur position d'équilibre et leur faire parcourir des trajectoires de forme elliptique dont l'amplitude sera proportionnelle au travail consommé.

» Au zéro absolu l'oscillation est nulle, la *cohésion est maximum;* pour une certaine température fixe pour chaque corps, l'oscillation *sera maximum* et le corps, se désagrégeant, fondra; les molécules se seront suffisamment éloignées pour qu'elles sortent des conditions de l'équilibre stable.

» Dans cette hypothèse, le contact absolu des particules matérielles est rendu impossible par l'action de l'éther, car nous admettons que l'attraction de la matière pour l'éther ne suit pas la même loi que l'attraction de la matière pour la matière; pour de faibles distances, l'attraction de la matière pour l'éther l'emporte sur l'attraction de la matière pour elle-même.

» Dans ces conditions, les *forces répulsives* sont inutiles; il n'existerait dans la nature que des *forces attractives*.

» Sur ces bases, considérons l'action produite par un travail extérieur fourni à un corps supposé au zéro absolu; chaque molécule se mettra à vibrer et à osciller d'une position extérieure extrême à une autre position intérieure limite. Le résultat évident de ce mouvement moléculaire sera d'augmenter le volume du corps au prorata de la *longueur moyenne* des oscillations des particules élémentaires du corps.

» Le *coefficient de dilatation* sera donc en rapport soit avec le nombre de molécules contenues dans le corps, soit avec le volume dans lequel ces molécules sont contenues, soit enfin avec les forces physiques mises en jeu dans le mouvement calorifique.

» Or on peut admettre les deux postulats suivants :

» *Les lois de l'attraction de la matière pour la matière sont absolument générales et universelles.*

» *Les phénomènes de désagrégation des corps sont soumis à ces lois.*

» Cela posé, appelons N le nombre de molécules contenues dans l'unité de longueur d'un corps solide; désignons par l' et l les longueurs d'oscillation correspondant aux températures t' et t; soit α le coefficient de dilatation du corps solide. Nous avons évidemment l'égalité suivante :

$$\int_{l}^{l'} \mathrm{N}\,dl = \int_{t}^{t'} \alpha\,dt.$$

Or N est défini par la densité du corps solide et le poids atomique de ce corps.

» Dans 1 mètre cube il y a $\frac{d}{p}$ molécules, en appelant d la densité et p le poids atomique. Si nous voulons avoir le nombre des molécules N, c'est-à-dire le nombre de molécules contenues dans l'unité linéaire, soit l'arête du cube, nous avons

$$\mathrm{N} = \sqrt[3]{\frac{d}{p}}.$$

» Prenant α pour l'allongement mesuré entre zéro et 100 degrés centigrades, nous obtenons directement la relation

$$l_{100} - l_0 = \frac{\alpha}{\sqrt[3]{\frac{d}{p}}}.$$

» Telle est la valeur de l'augmentation de la longueur d'oscillation calorifique quand la température passe de zéro à 100 degrés.

» Or si l'attraction de la matière pour la matière obéit à une loi générale, chaque molécule solide doit se partager en deux ou plusieurs molécules liquides lorsque les oscillations seront devenues égales à un certain *maximum*, constant pour tous les corps.

» Nous devons donc vérifier deux lois physiques qui sont la conséquence forcée de ces déductions :

» 1° *Plus le point de fusion d'un solide est élevé, plus les oscillations moléculaires doivent être courtes.*

» 2° *Les températures de fusion des solides correspondant à des longueurs d'oscillation égales, le produit des longueurs d'oscillation par les températures de fusion doit être un nombre constant pour tous les solides.*

» Ces deux lois se vérifient aussi exactement que le permettent les déterminations expérimentales des divers éléments qui entrent dans ces équations.

» Voici un Tableau comprenant les métaux dont on connaît assez exactement les coefficients de dilatation :

Tableau des longueurs d'oscillation calorifique des solides et de leurs produits par les températures de fusion (¹).

Noms des solides.	Poids atomiques.	Densité.	Valeurs de α.	Longueurs d'oscillation.	Températures de fusion 273°.	Produits $t \times \frac{\alpha}{\sqrt[3]{\frac{d}{p}}}$.
Sélénium....	39,75	4,30	0,00368	0,007725	217	3,7854
Plomb......	104	11,35	0,0028657	0,005382	335	3,272
Zinc........	32,7	7,19	0,002942	0,004873	450	3,523
Argent......	54	10,60	0,00193	0,003077	977	3,841
Cuivre......	31,75	8,9	0,001715	0,0026215	1050	3,468
Or.........	98	19,258	0,001466	0,0025205	1100	3,459
Fer.........	28	7,79	0,0011717	0,0017805	1600	3,34
Platine......	98,5	21,53	0,0008842	0,001467	1700	3,59

» On peut donc considérer comme exacts les deux postulats sus-indiqués.

» La température est réellement représentée par la longueur d'oscillation des molécules des corps solides.

» Des équations analogues relient entre eux les éléments des liquides volatils quand on les compare au point d'ébullition. »

(¹) Les longueurs d'oscillation sont en raison inverse des températures de fusion et les produits sont sensiblement constants.

PHYSIQUE. — *Sirène à régulateur électromagnétique.* Note de M. **Bourbouze.**

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, le 18 décembre 1876, un appareil destiné à répéter d'une façon simple les expériences de Faraday et de Foucault touchant l'action retardatrice qu'un pôle magnétique exerce sur le mouvement d'un cube qui tourne avec rapidité dans son voisinage.

» Le nouvel appareil que j'ai l'honneur de présenter comporte un perfectionnement qui permet de régler à volonté la hauteur du son et de le ramener, par conséquent, à une note déterminée. Au moyen de la disposition que j'ai adoptée, je puis, à l'aide d'un pignon à double crémaillère, approcher ou éloigner simultanément les électro-aimants du disque de cuivre rouge et pondérer ainsi l'influence du courant sur le disque mis en mouvement. L'appareil est muni d'un compteur qui indique le nombre de tours dans un temps déterminé.

» Au moyen de l'appareil dont j'ai parlé lors de ma première Communication, on lance et on maintient un courant d'air capable de donner naissance à un son supérieur à celui que l'on veut mesurer. Dans ces conditions, il suffit de rapprocher au moyen du pignon les deux électro-aimants jusqu'à ce que l'unisson soit obtenu.

» J'ai pu très-facilement ramener le son de 8162 vibrations par seconde, en passant par toutes les notes intermédiaires, à 128 vibrations, avec la même pression. »

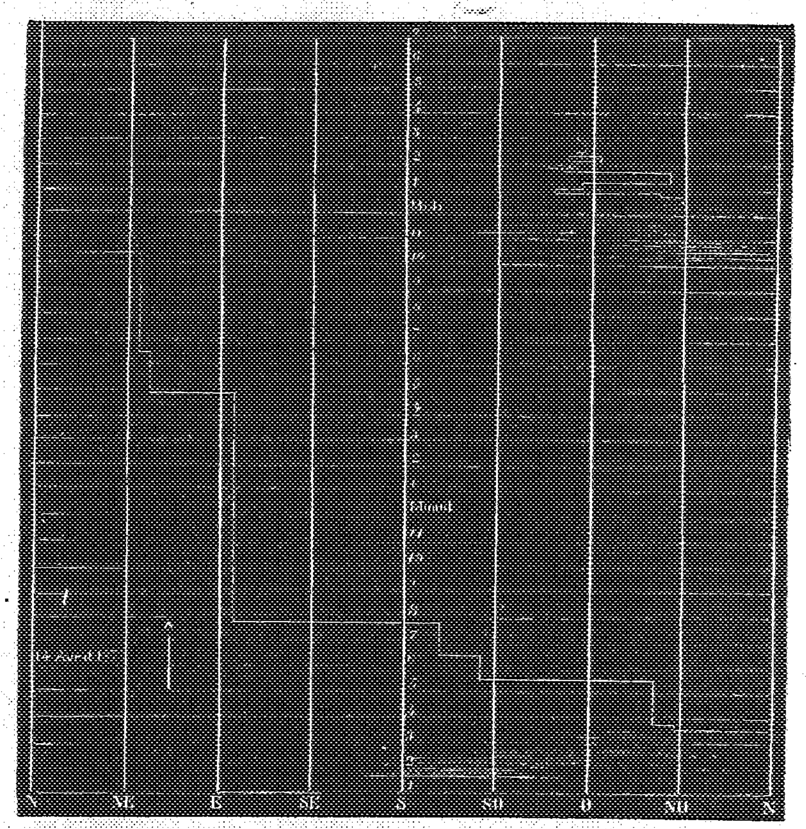
MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un mode d'enregistrement continu de la direction du vent.* Note de M. **Ch. André.**

« Dans l'étude des relations qui lient les divers éléments météorologiques en un même lieu, on a souvent besoin de connaître les petites variations de la direction du vent et l'heure à laquelle elles se produisent. A l'Observatoire de Lyon, on emploie dans ce but l'appareil suivant, construit par M. Rédier.

» Une girouette de forme convenable est portée, en sa partie centrale, par trois galets de bronze, de 3 centimètres de diamètre, taillés en forme de gorge de poulie et mobiles autour de deux systèmes d'axes, l'un horizontal, l'autre vertical. Ces galets courent sur un rail circulaire en acier,

de 12 centimètres de diamètre, que des vis calantes permettent d'amener à l'horizontalité, et dont la plate-forme constitue le support fixe de la girouette.

» Celle-ci entraîne, au moyen d'une tige verticale faisant corps avec elle, un cylindre reposant à sa partie inférieure, par un pivot d'acier, sur un plan d'agate et guidé à sa partie supérieure par un jeu convenable de galets horizontaux; l'axe du cylindre, ainsi maintenu vertical, est d'ail-



leurs centré relativement au rail supérieur : dans ces conditions, tout mouvement de rotation de la girouette se transmet intégralement au cylindre.

» D'un autre côté, un crayon, mû par un mouvement d'horlogerie et appuyé contre le cylindre par un poids convenable, se déplace suivant l'une des génératrices du cylindre (supposé fixe) proportionnellement au temps. Si donc on a enroulé autour du cylindre une feuille de papier graduée suivant la verticale et suivant l'horizontale, le crayon marquera à sa surface les positions successives occupées par la girouette dans le plan horizontal et l'heure correspondante.

» On a reproduit dans la figure ci-jointe l'une des courbes obtenues avec cet appareil : les portions où le crayon forme plage correspondent aux moments où le vent est fort, les autres aux moments où celui-ci est faible. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'état actuel du Vésuve.* Note de M. E. SEMMOLA, présentée par M. du Moncel.

« Après la grande éruption de 1872, le volcan demeura calme jusqu'en décembre 1875. A ce moment débuta une nouvelle et très-lente période éruptive; une partie du fond du grand cratère qui était resté après l'éruption de 1872 s'abîma, et l'on aperçut un peu de fumée; puis la partie abîmée commença à se combler, tandis qu'un très-petit cône d'éruption, formé latéralement, laissait échapper une colonne de fumée; en outre, de petites laves se mirent à couler par intervalles dans l'intérieur du vieux cratère. Actuellement, le grand cratère de 1872 est presque entièrement comblé; le nouveau cône d'éruption s'est graduellement soulevé et s'accroît de telle façon, qu'aujourd'hui il atteint le niveau du bord du vieux cratère; dans peu de mois, ce cône surgira au dehors. Les laves coulent d'une manière intermittente, tantôt plus, tantôt moins, le plus souvent avec beaucoup de calme. De la bouche d'éruption il ne s'échappe qu'une colonne plus ou moins abondante de vapeur d'eau, et souvent des morceaux de lave incandescente en sont lancés avec bruit. Les laves se répandent quelquefois sur le côté nord du cône, et alors on les voit de Naples; elles se déversent de ce côté, parce que le bord supérieur du cratère y est moins élevé, ayant été démoli, à la suite de la fente qui s'ouvrit dans l'éruption de 1872. Les fumerolles des laves dans l'intérieur du cratère sont rares et faibles; l'intermittence et le petit volume des laves qui coulent s'opposent à leur durée. Au contraire, les fumerolles sont très-fréquentes et très-vivaces sur les parois intérieures du vieux cratère. Toutes ces fumerolles sont acides, rougissent le papier de tournesol et donnent de la vapeur d'eau. J'ai partout trouvé de l'acide carbonique; mais il est plus abondant dans les fumerolles éloignées de la bouche d'éruption, d'après la règle déjà énoncée par M. Palmieri. Le dégagement de l'acide sulfureux est également abondant, et en certains endroits la respiration s'en trouve incommodée. On rencontre partout du sesquichlorure de fer, du chlorure de sodium et un peu de chlorure de cuivre, quelque peu de letunnia, en outre de la teucrite et

du sulfate de calcium. Dans les produits volatilisés que j'ai recueillis dans une échancrure de laves tout à fait refroidies se trouvaient des incrustations blanches, de saveur salée, qu'on aurait prises pour du chlorure de sodium. On en fit l'analyse sur l'avis du professeur Palmieri; j'ai trouvé qu'au chlorure de sodium était mêlée une quantité considérable de carbonates alcalins. Ainsi se trouve confirmée la présence des carbonates, qui avait déjà été constatée par le savant directeur de l'Observatoire du Vésuve. Presque au même endroit où les carbonates ont été trouvés, une fumerolle donnait presque exclusivement de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.

» J'ai essayé, avec un microphone, un téléphone Bell et une pile, d'étudier les mouvements microsismiques du fond du cratère ; mais, soit à cause du grand calme du volcan au jour de mon observation, soit pour tout autre motif, je n'ai pas obtenu de résultats absolument sûrs, bien que le téléphone répétât avec une parfaite netteté les mouvements de ma montre, que j'avais posée sur la base du microphone. »

CHIMIE. — *Sur les lois de dissociation*. Note de MM. **Moitessier** et **R. Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie, nous avons montré que l'hydrate de chloral se dissocie aux températures de 60 et de 46 degrés. Depuis, nous avons constaté que la dissociation a lieu également à la température de 15 degrés. Devant ces faits, nous avons dû renoncer à trouver par une diminution de température la densité de vapeur de l'hydrate de chloral correspondant à deux volumes.

» Jusqu'ici, les recherches faites sur les lois de la dissociation ont porté sur des corps dont un seul des produits de décomposition est volatil.

» Nous nous sommes proposé pour but de rechercher quelles sont les lois qui président à la dissociation dans le cas où les deux produits sont volatils. Pour cela, nous avons préalablement construit la courbe des tensions de vapeur du chloral anhydre et celle des tensions de dissociation de l'hydrate entre 15 et 100 degrés. Le résultat de ces recherches sera publié prochainement.

» Pour résoudre la question, nous avons déterminé la densité de vapeur de l'hydrate, par la méthode de Hofmann, dans des atmosphères de chloral anhydre ou de vapeur d'eau à des tensions variables. Le tube de l'appa-

reil avait une capacité de 250 centimètres cubes. Nos expériences ont été faites aux températures de 100 et de 60 degrés. La tension de dissociation de l'hydrate à ces températures est environ de 880 et de 146 millimètres.

» La tension de vapeur du chloral anhydre à 100 degrés est très-voisine de la tension de dissociation de l'hydrate, mais à 60 degrés elle est de 212 millimètres. Nous pouvions donc à cette température déterminer la densité de vapeur de l'hydrate dans du chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation et assez éloignée pourtant de la tension de la vapeur saturée. Voici le résultat de ces recherches :

» 1° Densités déterminées à 100 degrés dans de la vapeur de chloral anhydre à une tension inférieure à la moitié de la tension de dissociation de l'hydrate :

Tension.	Poids de l'hydrate.	Densité de l'hydrate.
424,0 mm	0,092 gr	2,76
412,5	0,0365	2,63
380,3	0,0920	2,75
366,4	0,0425	2,77
320,0	0,0450	2,53

» 2° Densité déterminée à 100 degrés dans de la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la moitié de la tension de dissociation :

Tension.	Poids de l'hydrate.	Densité de l'hydrate.
458mm,1	0gr,030	2,56

» 3° Densités déterminées à 100 degrés dans de la vapeur d'eau à une tension supérieure à la moitié de la tension de dissociation :

Tension.	Poids de l'hydrate.	Densité de l'hydrate.
484,2 mm	0,0315 gr	2,53
456,9	0,0775	2,63

Densité de vapeur de l'hydrate de chloral (Dumas)... 2,76
Densité théorique (4 vol.)........................ 2,86

» Nos chiffres sont, en général, un peu faibles. Les conditions dans lesquelles nos expériences ont été faites et des causes spéciales, que nous développerons dans notre Mémoire sur ce sujet, expliquent ce fait.

» 4° Enfin, nous avons introduit de l'hydrate de chloral dans de la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate. Pour cela, nous avons opéré à la température de 60 degrés, comme il a été dit plus haut. Dans notre expérience, la tension du chloral

anhydre était de 200 millimètres. Dans ces conditions, l'hydrate de chloral ne se décompose plus ni ne se volatilise. Le niveau du mercure ne change pas, quelle que soit la quantité d'hydrate introduite.

» 5° Les faits ont été contrôlés de la manière suivante :

» (*a*) Dans la vapeur d'eau, à une tension supérieure à la moitié de la tension de dissociation de l'hydrate de chloral à 100 degrés, nous avons introduit un poids connu de chloral anhydre. Le niveau du mercure s'est abaissé et la densité de vapeur du chloral anhydre a pu être déterminée.

Tension de la vapeur d'eau.	Poids du chloral anhydre.	Densité.
478,1	0,0835	4,87

Densité trouvée par M. Dumas.................. 4,98
Densité théorique.................................. 5,11

» La combinaison n'a donc pas eu lieu.

» (*b*) Dans de la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate (à 60 degrés), on a introduit une petite quantité d'eau. Dans ces conditions, le mercure est monté dans le tube. La combinaison a donc eu lieu. Cette expérience confirme également le fait déjà signalé qui conduit à attribuer à l'hydrate de chloral une tension de vapeur nulle ou du moins inappréciable à la température de 60 degrés. On sait que dans la vapeur de chloroforme, à une tension bien supérieure, la dissociation a lieu.

» De ces expériences faites sur l'hydrate de chloral, nous sommes amenés à tirer les conclusions suivantes, que nous contrôlerons par l'étude d'autres composés dissociables :

» 1° La dissociation d'un corps dont les deux composants sont volatils a lieu alors même que l'on met ce corps en présence de l'un des produits de la dissociation, tant que la tension de ce produit ne dépasse pas la tension de dissociation du corps à la température où l'on opère.

» 2° Lorsque la tension d'un des composants est supérieure à la tension de dissociation du composé, la dissociation n'a plus lieu. Deux cas peuvent se présenter alors : ou le composé dissociable est volatil, et, dans ce cas, on peut déterminer la véritable densité de vapeur, comme l'a fait M. Wurtz pour le perchlorure de phosphore, ou bien le corps qui se dissocie n'est pas volatil. Tel est le cas de l'hydrate de chloral à la température de 60 degrés.

» 3° Lorsque deux produits gazeux donnent par leur combinaison un

composé dissociable, la combinaison n'a lieu que lorsque la somme des tensions des composants est supérieure à la tension de dissociation du composé, quelle que soit d'ailleurs la tension propre à chacun d'eux.

» 4° On pourra démontrer, dans un grand nombre de cas, la dissociation d'un composé en le chauffant à une température donnée, en présence d'un des produits de sa décomposition, à une tension supérieure à la tension de dissociation. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage du glucose dans le sang.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la précédente Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie ([1]), j'ai écourté certains points de mes observations. Ces lacunes ont donné prise à des critiques de MM. d'Arsonval et Picard, que je prends la liberté de relever, en insistant pour n'y plus revenir sur les points fondamentaux ([2]).

» 1° Deux mots sur la question du sulfate de soude. L'eau renfermée dans ce sel, l'eau renfermée dans le sang servent de base à tous les calculs de Cl. Bernard. Or ce sel cristallise avec des proportions d'eau variables, sans parler de l'eau d'interposition. J'ajoute qu'il s'effleurit à la température ordinaire avec une grande rapidité. Voilà une base essentiellement variable. Et partout je trouve dans les écrits de Cl. Bernard : *Prenez du sulfate de soude en petits cristaux,* sans un seul mot sur sa richesse en eau. C'est là une source d'erreurs, je le maintiens, et n'oublions pas qu'une petite erreur est multipliée par 40, pour obtenir le chiffre de glucose renfermé dans 1000 grammes de sang. Cette objection serait futile s'il s'agissait d'évaluer des grammes; mais non : 1000 grammes de sang de veau renfermeraient $0^{gr},99$; 1000 grammes de sang d'homme $0^{gr},90$; 1000 grammes de sang de cheval $0^{gr},91$, d'après Cl. Bernard.

» 2° Un fait sur lequel j'insiste, contrairement aux assertions de M. d'Arsonval, c'est que la marche de la réduction de la liqueur cupropotassique avec des liqueurs sucrées provenant de divers sangs est souvent bien différente de celle obtenue avec une solution de glucose pur. Je maintiens que dans des cas nombreux, et cela est surtout vrai dans le domaine

([1]) *Comptes rendus,* 17 mars 1879, p. 595.
([2]) *Comptes rendus,* 7 avril 1879, p. 753 et 755.

pathologique, que Cl. Bernard a à peine abordé, il est impossible de saisir exactement la limite de la réduction de la liqueur de Fehling. On a des colorations verdâtres finales qui jettent l'expérimentateur dans l'indécision, et cela quelles que soient les précautions opératoires. A côté de substances comme la lévulose, la maltose, des dextrines qui peuvent réduire la liqueur de Fehling d'une façon analogue au glucose, je crois à la présence d'autres substances, désignées provisoirement sous le nom de *matières extractives*, qui troublent alors la marche de la réduction en donnant certains composés cuivriques.

» 3° M. Picard rappelle dans sa Note l'expérience de Cl. Bernard, qui trouve du glucose dans du sang frais et qui n'obtient plus de réduction avec ce même sang abandonné à la température de 30 degrés environ. Il trouve dans ce fait une preuve que le glucose est bien le principe réducteur. Pour nous, une seule conclusion légitime découle de cette observation : c'est que les substances agissant sur la liqueur de Fehling sont très-altérables et se transforment promptement dans le liquide sanguin. L'expérience rationnelle serait d'ailleurs la suivante : doser le glucose du sang par la liqueur de Fehling et le doser ensuite par la fermentation, puis comparer les résultats.

» Cet essai a précisément démontré à MM. Musculus et Mering que la fermentation était le seul procédé susceptible de précision pour doser le glucose dans le sang [1].

» 4° J'arrive à mon expérience saccharimétrique, qui a donné prise, faute de développements de ma part, à une fausse interprétation. La liqueur de Fehling, on se le rappelle, m'a donné un résultat supérieur à celui obtenu par le saccharimètre. Trois hypothèses sont permises : 1° présence à côté du glucose d'une substance sans pouvoir rotatoire, agissant sur la liqueur de Fehling; 2° présence à côté du glucose d'une substance lévogyre et agissant sur la liqueur de Fehling; 3° présence à côté du glucose d'une substance lévogyre et n'agissant pas sur la liqueur de Fehling. La seconde hypothèse nous paraît assez admissible; elle s'expliquerait par la présence d'un peu de lévulose. MM. d'Arsonval et Picard ne s'y opposent point. Et cependant cette lévulose qui réduit la liqueur de Fehling n'a rien de commun avec la glycogénie, avec la glycémie proprement dite. C'est là un facteur étranger, comme nous l'avancions, qui porte atteinte à tout caractère de précision dans les dosages par la liqueur cupropotassique.

[1] *Comptes rendus*, 13 janvier 1879, p. 87.

» En résumé, voici le fond de ma pensée : Cl. Bernard a tracé les grandes lignes de la glycémie, et cela tout à sa gloire, avec un procédé insuffisant.

» Mais il faut viser à la perfection des méthodes ; c'est ainsi que la Science marche et que de nouveaux horizons s'ouvrent aux chercheurs. Et je le répète, quand on pourra évaluer le glucose du sang avec plus de précision, bien des chiffres sur la glycémie seront modifiés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits pour servir à l'histoire de la levûre de bière et de la fermentation alcoolique. Action physique et physiologique de certaines substances salines et autres sur la levûre normale.* Note de M. A. Béchamp.

« La théorie de la fermentation alcoolique, pour être vraiment expérimentale, doit tenir compte, à la fois, de la constitution histologique de la levûre, de la nature et de la fonction des différentes substances purement chimiques qui servent à la former.

» Il y a donc un intérêt majeur à résoudre les questions suivantes :

» 1° L'eau de la levûre, comme la levûre elle-même, est capable d'intervertir le sucre de canne. La substance intervertissante préexiste-t-elle dans la levûre, ou bien est-elle le fruit d'une sorte de décomposition de la levûre (d'une *altération*, comme le disait Liebig)?

» 2° Les matériaux solubles de la levûre (si elle en contient) sont-ils la cause immédiate de la transformation du sucre en alcool, acide carbonique, etc.?

» 3° Les matériaux solides et insolubles de la levûre, en tant qu'organisés, ne seraient-ils pas seuls capables d'opérer cette transformation, et dans cette hypothèse quels sont ces matériaux ?

» 4° Si, comme cela est démontré, la levûre absorbe l'oxygène, sont-ce les matériaux solubles (si elle en contient) qui absorbent ce gaz? ou bien est-ce là un phénomène physiologique dépendant de la fonction des matériaux solides et insolubles ?

» La réponse à ces questions était subordonnée à la découverte d'un moyen qui permît d'extraire les matériaux actuellement solubles que la levûre pouvait contenir, mais sans la tuer et en conservant absolument sa structure histologique et l'intégrité de sa fonction de ferment alcoolique.

» Parmi les composés minéraux et organiques, salins ou non, dont j'ai essayé l'action, il y en a qui agissent aussi vivement que le sucre de canne. Pour donner une idée de l'intensité du phénomène, je rapporterai une

expérience : 525 grammes de levûre bien égouttée ont été mêlés avec 100 grammes d'acétate de soude cristallisé. Le mélange, devenu presque immédiatement fluide, a été jeté sur un filtre : au bout de seize heures il s'était écoulé 225 centimètres cubes de liquide; or la levûre employée et l'acétate de soude contenaient 460 grammes d'eau. Le volume du liquide représente donc près de la moitié de l'eau que contenaient les matériaux en présence. Mais, en même temps que l'eau, la levûre cède des matériaux solubles, fixes et volatils. Pour apprécier la perte en matériaux fixes, il suffit de soustraire le poids de la levûre traitée, lavée à l'eau et séchée à 100 degrés, du poids de la même quantité de levûre avant le traitement et pareillement séchée à 100 degrés. On trouve ainsi que la levûre peut perdre jusqu'à 44 pour 100 de ses matériaux solubles et fixes.

» C'est ainsi que l'on peut se procurer, pour les étudier, les matériaux actuellement existants dans la levûre et que l'on démontre que ces matériaux sont actuellement solubles, si ce n'est dissous, dans la levûre.

» Pour rendre comparables les résultats à obtenir avec les diverses substances à essayer et pour rendre le phénomène saisissant, il faut employer la levûre normale. J'appelle *levûre normale* la levûre récente de brasserie, lavée et égouttée, puis essorée sur de la porcelaine dégourdie. Dans cet état, elle est presque blanche, sèche et pulvérisable entre les doigts. Une telle levûre contient 30,43 de matière fixe et 69,57 d'eau et de produits volatils pour 100; si on la mêle avec la moitié de son poids de sucre de canne ou d'acétate de soude, le mélange broyé devient immédiatement liquide. Le tableau suivant contient l'énumération des substances essayées et leur manière d'agir sur la levûre. Dans chaque expérience, on a employé 2 parties de levûre pour 1 partie de l'autre matière.

» *Fluidification instantanée.* — Acétate de soude cristallisé, sulfate de soude, de magnésie et de zinc cristallisé, nitrate d'ammoniaque, de magnésie cristallisé, acétate de potasse sec, citrate de potasse, sulfate d'alumine cristallisé, carbonate de soude cristallisé, carbonate de potasse, de soude sec.

» *Fluidification lente.* — Chlorure de sodium, hyposulfite de soude, nitrate de soude, sulfate de potasse, chlorure de potassium, chlorate de potasse, bicarbonate de potasse, chlorure de baryum, nitrate de baryte, tartrate de soude, chlorure d'ammonium, benzoate d'ammoniaque, acide oxalique cristallisé, cyanate de potasse, gomme arabique.

» *Non fluidifié, seulement ramolli.* — Alun cristallisé, iodate de potasse, phosphate de soude cristallisé, bitartrate de soude cristallisé, cyanure jaune, acide picrique, mannite.

» *Le mélange reste presque sec.* — Borax cristallisé, acide borique cris-

tallisé, picrate de potasse, acide gallique, chlorhydrate de cinchonine, sulfate de quinine, sucre de lait, salicine.

» J'ai surtout étudié l'action de l'acétate de soude. Je ferai prochainement connaître quels sont les produits éliminés par la levûre sous son influence; mais il est nécessaire de faire remarquer : 1° que la levûre qui a subi l'influence de ce sel et qui a été bien lavée et égouttée ne se fluidifie plus aussi complétement par une nouvelle addition d'acétate, bien qu'un nouveau lavage à l'eau la force à céder encore une grande quantité de matériaux solubles; 2° que la levûre, après un premier traitement par l'acétate et tandis qu'elle est encore imprégnée de ce sel, est encore capable de fermenter elle-même en se boursouflant; 3° que la levûre qui a été, après deux ou trois traitements à l'acétate de soude, privée de la plus grande partie de ses matériaux solubles, n'en est pas moins capable de faire énergiquement fermenter le sucre de canne; 4° que la levûre normale qui a servi à une fermentation complète du sucre de canne, dans les conditions ordinaires, se comporte autrement que la levûre normale; elle n'est pas fluidifiée de la même manière, mais par le lavage à l'eau elle n'en cède pas moins les matériaux solubles qu'elle contient. »

PHYSIOLOGIE. — *De la forme de la contraction musculaire des muscles de l'Écrevisse.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Quoique de très-nombreux observateurs aient analysé les phénomènes de la contraction musculaire chez les Vertébrés, principalement chez la Grenouille, on a peu étudié les muscles des Invertébrés. J'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner si les muscles de l'Écrevisse diffèrent par leurs propriétés des muscles de la Grenouille.

» I. En enregistrant avec un myographe la forme de la contraction du muscle de la queue, on voit que la secousse musculaire est très-brève, tout à fait semblable à celle du gastrocnémien de la Grenouille. Pour que la fusion des diverses secousses s'établisse de manière à constituer un tétanos parfait, il faut de quatre-vingts à cent excitations par seconde.

» Au contraire, le muscle de la pince a une secousse très-allongée, beaucoup plus longue que celle des muscles des Vertébrés (en exceptant le muscle cardiaque). Pour que la fusion des diverses secousses constitue un tétanos parfait, il suffit de deux à quatre excitations par seconde.

» II. Ainsi la contraction du muscle de la pince dure à peu près dix fois plus de temps que celle du muscle caudal. Cependant le début de

la contraction n'est pas plus retardé dans un muscle que dans l'autre; et, pour l'un et l'autre, ce retard avec des excitations fortes est à peu près d'un centième de seconde.

» Plus l'excitation est faible, plus la contraction est faible, plus le retard musculaire est considérable. Avec des excitations très-faibles, le retard peut être de quatre à cinq centièmes de seconde.

» III. Si, au lieu d'exciter directement le muscle, on excite la chaîne ganglionnaire de manière à provoquer la contraction du muscle, on voit que le temps perdu est bien plus considérable. Si le temps perdu dans le muscle est d'un centième de seconde, le temps perdu dans la chaîne ganglionnaire est de 1,5 centième de seconde, ce qui fait un retard total de 2,5 centièmes de seconde, lorsque le muscle est excité par l'intermédiaire des ganglions. Dans ce cas la secousse reste à peu près égale, que l'excitation soit forte ou faible.

» IV. Le muscle de la queue s'épuise avec une très-grande rapidité. Au bout de trente à quarante secousses rapprochées, c'est à peine s'il peut se contracter encore. Ce fait est en rapport avec les mœurs de l'Écrevisse qui ne peut en nageant parcourir de très-grandes distances. Les propriétés de tissu du muscle de la queue sont donc en rapport avec les fonctions de l'organe.

» Au contraire, le muscle de la pince, excité par des courants électriques très-rapprochés, ne s'épuise pas. Alors que le muscle caudal a un tétanos qui ne peut durer plus de vingt à trente secondes, le muscle de la pince reste contracté pendant près d'une demi-heure, et, pendant les cinq premières minutes, la constriction de la pince est de plus en plus forte. Ce fait est aussi en rapport avec les mœurs de l'Écrevisse qui, dès qu'elle tient une proie entre ses pinces, ne la lâche pas, et meurt presque plutôt que de lâcher. Le muscle de la pince, excité par des courants électriques, ne s'épuise pas. C'est même pendant sa contraction, au bout d'un temps plus ou moins long, que survient la rigidité cadavérique, sans que ce dernier phénomène soit précédé, comme pour les autres muscles, d'une période de relâchement.

» Il y a donc entre les deux muscles principaux de l'Écrevisse, le muscle de la queue et le muscle de la pince, une différence au moins aussi considérable qu'entre les muscles lisses et les muscles striés des Vertébrés.

» V. Ce qu'il y a de particulier dans le muscle de la pince, c'est qu'il s'épuise très-rapidement aux excitations électriques isolées, tandis qu'il reste extrêmement sensible aux excitations électriques rapprochées. Nul autre muscle ne présente des phénomènes d'addition latente et de fusion

aussi manifestes. Ce fait, ainsi que plusieurs autres sur lesquels je compte revenir dans une prochaine Communication, permettent de supposer qu'il y a peut-être dans le muscle de la pince des ganglions nerveux, comme dans le cœur des Vertébrés.

» VI. La pince de l'Écrevisse, séparée du corps de l'animal et protégée contre l'évaporation et la chaleur, conserve sa contractilité pendant plus de quatre jours. Il n'y a probablement pas de muscle de Vertébré qui, séparé des centres nerveux et circulatoires, garde aussi longtemps son irritabilité. Le cœur seul des Vertébrés inférieurs peut rester vivant dans ces conditions pendant quatre jours [1]. »

ZOOLOGIE. — *Les cochenilles de l'ormeau; un genre nouveau,* Ritsemia pupifera. Note de M. LICHTENSTEIN.

« La découverte d'une espèce nouvelle de cochenille vivant sur l'ormeau ne serait pas de nature à faire l'objet d'une Communication à l'Académie des Sciences, si la forme bizarre de ce nouveau-venu et les circonstances particulières de son évolution biologique n'en faisaient un genre à part, très-tranché, formant la transition entre les Coccidiens et les Phylloxériens dont j'ai déjà souvent entretenu l'Académie.

» Voici ce que j'ai pu observer.

» Dans les mois d'août et de septembre, sur le tronc d'un jeune ormeau, *Ulmus campestris,* je vois courir de petits pucerons rouges de $0^{mm},45$ de long, en ovale allongé, avec des antennes de six articles. Ces insectes se fixent dans les crevasses de l'écorce, et là perdent peu à peu leur forme de puceron pour prendre celle d'une petite galle ou vessie réniforme aplatie, comme cela a lieu pour une foule de cochenilles. Celle-ci se rapprocherait, dans cette période, des genres *Nidularia* de Targioni; *Gossyparia* de Signoret; en ce sens qu'elle exsude un amas cotonneux, sous elle, dans lequel elle pond des corps ovoïdes qui ne sont pas de vrais œufs, mais qui sont analogues à ce que j'ai appelé des *pupes* chez les Phylloxériens. En effet, quand arrive le mois de mars, ces petits corps ovoïdes, qui sont de dimensions différentes, acquièrent des traces de segmentation de plus en plus visibles, et en avril on voit sortir de l'amas cotonneux des petits insectes rouges qui sont les mâles.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

» Leurs antennes, moniliformes, de neuf articles, sont semblables à celles des Coccidiens et en particulier à celles du *Gossyparia ulmi* Sign. (le Progallinsecte de l'orme de Réaumur), qui ont pourtant un article de plus (dix); mais, pour tout le reste, ce n'est plus du tout la forme mâle des cochenilles, c'est celle des Phylloxériens. La tête, le thorax et l'abdomen sont réunis comme chez les sexués du Phylloxera (je pourrais ajouter de tous les Pemphigiens) et non pas séparés comme chez les Coccidiens. Enfin, ce petit animal est complétement aptère, dénué de rostre et pourvu d'un pénis saillant; sa taille est de 40 centièmes de millimètre.

» Ici, je ne puis m'empêcher de signaler un fait très-curieux chez les mâles des cochenilles de l'ormeau. Il y a quatre genres différents vivant sur cet arbre. Deux d'entre eux, *Lecanium* et *Mytilaspis*, ont la forme mâle ailée; un *Gossyparia* offre des mâles avec des moignons d'aile, et enfin celui que je decris aujourd'hui, *Ritsemia*, montre le mâle tout à fait aptère. Quelques jours après l'apparition des mâles, les petites pupes ovoïdes restées dans l'amas cotonneux se développent à leur tour et nous donnent la femelle; elle est un peu plus grande que le mâle ($0^{mm},45$) et très-semblable à la forme qui paraît au mois d'août : seulement elle a *huit* articles aux antennes, au lieu de *six;* ce n'est donc pas la même phase biologique.

» L'accouplement a lieu actuellement et j'ignore ce qui se passe de mai en août. Malgré cette lacune, j'ai cru devoir faire connaître ce que j'ai vu, afin d'attirer l'attention sur l'étude encore si incomplète des pucerons de l'ormeau en général. J'en connais huit sur cet arbre, quatre Coccidiens cités plus haut et quatre Aphidiens : *Tetraneura ulmi, T. alba, Schizoneura ulmi, S. lanuginosa.* Ces insectes sont par millions sur tous les ormeaux; depuis Réaumur, le problème de leur biologie est posé, il est encore à résoudre. On connaît la moitié du cycle de l'existence de chacun d'eux; mais l'autre est encore à trouver.

» J'ai donné au nouvel insecte resté ignoré jusqu'à présent le nom de *Ritsemia*, en l'honneur de M. C. Ritsema, le conservateur du musée de Leiden, bien connu dans le monde entomologique. J'ai mis le nom spécifique de *Pupifera* pour rappeler à l'esprit le mode de reproduction, *anthogénèse,* dans lequel intervient une forme donnant des pupes mâles et femelles d'où sortent les sexués pour s'accoupler immédiatement. C'est la forme que j'ai appelée *Pseudogyne pupifère*. Cette forme existe chez les Phylloxeras et tous les Pemphigiens. Je la retrouve ici dans les Coccidiens. »

GÉOLOGIE. — *Pourquoi l'on rencontre quelquefois les plantes du calcaire associées à celles de la silice.* Note de M. CH. CONTEJEAN, présentée par M. P. Duchartre.

« Les végétaux qui ne sont point indifférents à la nature du terrain se montrent tellement exclusifs, que les plantes de la silice ne se rencontrent jamais sur le calcaire et réciproquement. On a constaté fort peu d'exceptions; et il importe de les mettre en lumière et d'en rechercher la cause. Les plus habituelles consistent dans un véritable mélange des calcicoles et des calcifuges, qui croissent ensemble dans un même sol et souvent côte à côte. Citons quelques exemples :

» 1° Le diluvium du Poitou est occupé par la flore de la silice (*Ulex, Sarothamnus, Erica, Calluna, Jasione,* etc.), mais il accueille çà et là des calcicoles, telles que *Helleborus fœtidus, Helianthemum pulverulentum, H. salicifolium, Hippocrepis comosa, Buplevrum aristatum, Teucrium Chamædrys, Globularia vulgaris,* etc. Il est vrai que ces plantes n'apparaissent qu'a l'extrémité fort amincie des charriages diluviens, au milieu desquels la roche calcaire se montre fréquemment à nu.

» 2° Sur le granite de Carlsbad (Bohême), M. R. Braungart signale ([1]), avec les *Sarothamnus, Calluna, Jasione, Aira flexuosa,* etc., une très-nombreuse cohorte de plantes du calcaire, parmi lesquelles : *Thalictrum aquilegifolium, Arabis hirsuta, Orobus vernus, Coronilla varia, Conyza squarrosa, Cynanchum Vincetoxicum,* etc. La liste des espèces de ce granite est très-longue et, partant, très-concluante; on y remarque presque autant de calcicoles que de calcifuges.

» 3° L'îlot granitique de Ligugé (Vienne) offre une association analogue, à cette différence près que les plantes de la silice dominent ici de beaucoup; mais on y rencontre : *Aquilegia vulgaris, Arabis hirsuta, Coronilla varia, Seseli montanum, Cirsium eriophorum, Asperula cynanchica, Stachys recta, Teucrium Chamædrys, Phleum Bœhmeri,* toutes calcicoles à divers degrés.

» Il faut avouer que l'étonnement est grand lorsqu'on se trouve en présence de telles promiscuités; le doute ne tarde pas à envahir l'esprit, et l'on se demande avec anxiété si le terrain exerce une influence réelle et si les lois auxquelles on a cru jusqu'alors n'existeraient que dans l'imagination

([1]) *Geobotanisch-landwirthschaftliche Wanderungen in Bœhmen* (*Jahrbuch für oesterei Landwirthe,* 1879).

de ceux qui les ont inventées. Cependant l'explication de ces anomalies apparentes est bien simple ; la voici en peu de mots : dans tous les cas analogues, le sol renferme assez de chaux pour suffire aux calcicoles et n'en contient pas assez pour repousser les calcifuges.

» La plupart de ces dernières, en effet, ne sont exclues que par une proportion de 4 à 5 centièmes de chaux, et les plus délicates en tolèrent encore 2 à 3 centièmes, tandis que les calcicoles se contentent de quelques millièmes de cette base, et même, à la rigueur, de quelques dix-millièmes. Les *Vicia lutea, Convallaria Polygonatum, Cynanchum Vincetoxicum* de la forêt de Châtellerault végètent dans un sable siliceux où l'analyse chimique n'en décèle que 9 dix-millièmes; mais c'est là une limite extrême, les trois espèces sus-mentionnées, notamment le *Cynanchum*, restant toujours rabougries. Or le diluvium du Poitou renferme de 76 à 41 dix-millièmes de chaux; le granite de Carlsbad, dont un des feldspaths est l'oligoclase, en renferme de 109 à 51 dix-millièmes, et celui de Ligugé, également à base d'orthose et d'oligoclase, en accuse de 40 à 27 dix-millièmes. Dans les trois localités il y a donc assez de chaux pour suffire aux calcicoles et il n'y en pas assez pour nuire aux calcifuges.

» On ne doit pas être surpris qu une proportion aussi minime de chaux suffise pour fixer certaines calcicoles, si l'on considère qu'en somme cette chaux existe dans les moindres parcelles de terrain, et si l'on songe qu'il faut encore bien moins de soude pour fixer les plantes maritimes. Sur nos plages du sud-ouest, beaucoup d'halophytes (*Matthiola sinuata, Cakile maritima, Arenaria peploides, Eryngium maritimum, Convolvulus Soldanella, Salsola Kali, Atriplex crassifolia, Euphorbia Paralias*, etc.) croissent dans des sables qui ne troublent pas la dissolution de nitrate d'argent et où l'analyse optique trouve avec peine de la soude. Cette même analyse montre qu'un grand nombre de plantes terrestres renferment de la soude, au moins dans leurs racines, quand le sol n'en indique pas le moindre vestige. La quantité de chaux qui peut suffire aux calcicoles est donc énorme en comparaison de celle de soude que trouvent les halophytes sur certaines plages, et surtout en comparaison de celle que les plantes de la flore terrestre savent extraire de milieux non salés en apparence. On voit, en dernière analyse, que plus les principes minéraux nécessaires à l'installation des plantes sont solubles, plus minime peut en être la proportion dans le sol.

» Une dernière remarque : ce serait une erreur de croire que la végétation du calcaire s'introduisît dans les régions granitiques, dès que la roche fournit quelques millièmes de chaux. Les plantes de la silice, qui se mul-

tiplient avec une profusion sans égale, opposent un obstacle invincible à la propagation des calcicoles, lesquelles, d'ailleurs, ne s'aventurent pas volontiers sur des sols ne pouvant leur offrir qu'une maigre alimentation. Il faut un concours de circonstances particulières pour déterminer une installation durable, et ces circonstances ne se présentent que dans les localités où, comme à Ligugé, un granite sec et compacte (dysgéogène) se trouve étroitement enclavé dans le calcaire. Donc, rien que de naturel si l'on observe seulement les plantes de la silice dans le plateau central de la France, où il existe sans doute des granites à oligoclase produisant autant et plus de chaux que ceux de Carlsbad et de Ligugé. »

M. DE QUATREFAGES présente à l'Académie la quatrième édition d'un ouvrage en anglais sur « l'Homme avant l'Histoire (*Prehistoric times*) », par sir *John Lubbock,* vice-président de la Société royale de Londres.

En présentant cet Ouvrage, M. de Quatrefages ajoute les remarques suivantes :

« Sir John Lubbock a bien voulu me charger d'offrir de sa part à l'Académie la quatrième édition de son livre sur les temps préhistoriques. J'ai dû être d'autant plus sensible à ce témoignage de confiance, que l'éminent auteur connaît fort bien les différences d'opinion qui nous séparent et qu'il savait d'avance que j'aurais à faire plus d'une réserve au sujet de ses conclusions.

» Sir John Lubbock est un disciple convaincu de Darwin ; et l'Académie sait que, tout en rendant pleine justice à l'illustre naturaliste dont les théories ont eu un si grand retentissement, j'ai toujours combattu une doctrine qui ne me semble pas être l'expression de l'ensemble des faits acquis. Or Sir John Lubbock a fait à l'histoire des populations préhistoriques et à celle des peuples encore sauvages l'application des idées de son maître. Là est certainement la cause des dissentiments qui nous séparent. Mais ces dissentiments ne m'ont jamais fait méconnaître les mérites très-réels et très-grands de son ouvrage.

» Dans ce livre, les temps préhistoriques sont envisagés surtout au point de vue archéologique, ethnographique et géologique plutôt qu'au point de vue anthropologique proprement dit. L'auteur a réuni et coordonné un très-grand nombre de faits, dont une partie ont été contrôlés par lui-même, car il a visité la plupart des localités où ils ont été recueillis, et en particulier les *tumuli* et les *kjœkkenmoeddings* du Danemark, les cités lacustres de la Suisse, les principaux musées d'Europe, etc.

» Onze chapitres sur seize sont consacrés à l'étude des âges du bronze, de la pierre polie et de la pierre taillée. Dans toute cette partie de son Livre, l'auteur, imitant en cela le vénérable M. Nilsson, se sert de l'histoire des sauvages actuels pour éclairer celle des populations que nous connaissons seulement par les restes de leurs industries et quelques ossements. La question de l'antiquité de l'homme est traitée dans un chapitre spécial; puis l'auteur passe en revue les principales races sauvages et cherche surtout à préciser leur degré de développement intellectuel, moral et religieux. Dans un dernier chapitre, il résume sa pensée sur le passé et l'avenir des populations humaines. Cette division est à peu près celle des éditions précédentes; mais l'auteur a introduit dans celle-ci un grand nombre de faits récemment acquis et multiplié les gravures, qui éclairent le texte et facilitent les comparaisons.

» Je ne crois pas nécessaire d'insister sur l'intérêt que présente cet ouvrage. Tous les savants, aujourd'hui si nombreux, qui se livrent à l'étude des temps préhistoriques le connaissent depuis longtemps. En le mettant au courant des dernières découvertes, sir John Lubbock a rendu un nouveau service à tous ceux qui s'occupent de ce lointain passé. »

M. J. Girard adresse à l'Académie une Note intitulée : « Étude photomicrographique sur la transformation des globules du lait ». Cette Note est accompagnée de photographies.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 avril 1879.

(suite.)

Influence de l'électricité atmosphérique sur la nutrition des végétaux; par M. L. Grandeau. Paris, Gauthier-Villars, 1879; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Réunion primitive et pansement des grandes plaies; par M. le Dr Azam. Bordeaux, Féret et fils; Paris, G. Masson, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Recherches des plantes très-vénéneuses par l'essai sur les têtards des Batraciens; par M. P. SAGOT. Paris, Martinet, 1879. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

Commission géologique du Canada. ALFRED R. C. SELWYN, *Rapport des opérations de* 1876-1877. Montréal, publié par autorité du Parlement, 1878; in-8°.

Reale Accademia dei Lincei. Sullestrie di dissoluzione dell'allume potassico di cromo. Nota di G. UZIELLI. Sans lieu ni date; opuscule in-4°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Sociedade de Geographia de Lisboa. Investigações geographicas dos Portuguezes; pelo Prof. E.-MILNE EDWARDS. Traducção de R.-A. PEQUITO. Lisboa, Casa da Sociedade, 1879; br. in-8°.

Nuovo sistema facile ed economico per ottenere spumanti i vini ed altri liquidi di A. CARPENÈ. Conegliano, Cagnani, 1879; br. in-8°. (Estratto dalla *Rivista di Viticoltura ed Enologia italiana.*)

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani raccolte e pubblicate per cura del Prof. TACCHINI; disp. 2ª, febbraio 1879. Palermo, tipogr. Lao, 1879; in-4°.

Economia rurale. L'influenza dei concimi sulla combustibilita del tabacco. Nota del Prof. E.-G. CANTONI. Milano, Bernardoni, 1879; br. in-8°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1877-1878. Edinburgh, 1878; in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh; vol. XXVIII, Part II, for the session 1877-78. Edinburgh, 1878; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; serie terza, Transunti, vol. III, fasc. 4, marzo 1879. Roma, Salviucci, 1879; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du cyanogène;* par M. BERTHELOT.

« 1. La série du cyanogène est l'une des plus intéressantes de la Chimie, ce corps étant le seul radical organique composé d'un caractère électronégatif qui ait été isolé jusqu'à présent.

» En 1871 et 1875, j'ai consacré à l'étude thermique de cette série une longue suite d'expériences, publiées dans les *Annales de Chimie et de Physique* (5e série, t. V, p. 433). Cette étude repose principalement sur les mesures que j'ai faites de la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et des acide et chlorure cyaniques, depuis leurs élémens. Pour le cyanogène lui-même, je m'en étais rapporté à la chaleur de combustion de ce gaz, déterminée par Dulong en 1843, et d'après laquelle 1 gramme de cyanogène, en brûlant, dégagerait 5195 calories : ce qui donne pour l'équivalent $C^2Az = 26^{gr}: +135^{Cal}$.

» 2. Ayant eu occasion de revenir récemment sur cette étude, il m'est venu des doutes relativement à la chaleur de combustion du cyanogène. En effet, les nombres de Dulong, généralement exacts pour l'hydrogène et les corps hydrocarbonés brûlés dans l'oxygène, donnent un résultat tout à fait erroné pour la chaleur dégagée par la combustion de l'hydrogène

et de l'oxyde de carbone au moyen du protoxyde d'azote (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 187), corps formé précisément avec absorption de chaleur comme le cyanogène : l'écart s'élève à près du triple de la chaleur absorbée réellement dans la formation du protoxyde d'azote ([1]). C'est pourquoi il m'a paru nécessaire de refaire les expériences relatives à la combustion du cyanogène, à l'aide des méthodes plus exactes que nous possédons aujourd'hui. Voici les résultats obtenus.

» 3. La combustion du cyanogène par l'oxygène pur s'effectue aisément, dans la petite chambre à combustion de verre que j'ai coutume d'employer (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 13). En présence d'un excès convenable d'oxygène, il n'y a pas formation d'oxyde de carbone : ce qui permet de déduire immédiatement le poids du cyanogène brûlé du poids de l'acide carbonique formé et recueilli dans un tube à boules (suivi d'un tube à potasse solide).

» Cette combustion offre cependant une complication, en raison de la formation d'un peu d'acide hypoazotique, remarquée d'ailleurs par Dulong, mais dont il n'a pas tenu compte. Ce corps est absorbé par la potasse en même temps que l'acide carbonique, et son poids doit en être retranché. A cet effet, on le dose par un essai consécutif : par exemple, en titrant par le permanganate de potasse l'acide azoteux condensé dans la potasse, et en admettant que l'acide hypoazotique s'est changé au contact de celle-ci en acides azoteux et azotique. La correction résulante est peu considérable; elle est demeurée comprise entre 1 et 3 centièmes du poids total de l'acide carbonique, dans mes essais. Cette correction en entraîne une autre, plus faible encore, la formation de l'acide hypoazotique par les éléments absorbant de la chaleur, qu'il convient d'ajouter à celle que l'on a recueillie dans le calorimètre; cette addition n'a jamais surpassé un demi-centième.

» J'ai obtenu ainsi, tout compte fait, les nombres suivants, rapportés à 26 grammes de cyanogène :

	Cal	Poids du cyanogène brûlé. gr
	133,9	0,419
	130,7	0,630
	132,0	0,574
	130,3	0,732
Moyenne...	132,3	

([1]) Cet écart est dû probablement à la décomposition en ses éléments, par la chaleur même de la combustion, d'une partie du protoxyde d'azote employé en excès.

» Les écarts extrêmes de mes expériences ne surpassent guère 1 centième par rapport à la moyenne; celles de Dulong avaient varié davantage, de 120 à 126 (pour une unité différente). Cependant le nouveau nombre ne s'éloigne pas beaucoup, en somme, de celui de Dulong. Je le crois plus exact, parce que j'ai tenu compte de la formation de l'acide hypoazotique, et aussi parce que mes appareils sont plus simples et que la correction du refroidissement était évaluée par Dulong à l'aide du procédé de compensation de Rumford, lequel manque de rigueur pour les expériences un peu longues, faites dans des calorimètres ouverts et sujets à l'évaporation.

» 4. Le nombre 132,3 l'emporte de 38^{Cal},3 sur la chaleur de combustion du carbone (94 en partant de l'état de diamant) contenu dans le cyanogène; c'est précisément la chaleur absorbée par la formation de ce composé au moyen de ses éléments :

$$C^2(\text{diamant}) + Az = C^2Az \text{ gaz, absorbe : } -38,3.$$

» J'avais signalé en 1864 cette circonstance, ignorée jusque-là, que le cyanogène est formé avec absorption de chaleur depuis ses éléments; mon nouveau nombre la confirme; il assigne seulement des valeurs inférieures de 2,7 à celles que j'avais cru pouvoir calculer pour la chaleur de formation des cyanures (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1879, p. 547) au moyen du cyanogène. Les chaleurs de formation des cyanures par les éléments mêmes demeurent d'ailleurs sans aucun changement.

» Ainsi le cyanogene C^2Az, comme l'acétylène C^2H (¹), comme le bioxyde d'azote AzO^2, substances qui jouent aussi le rôle de véritables radicaux composés, est un corps formé avec absorption de chaleur : circonstance sur laquelle j'ai déjà appelé plus d'une fois l'attention, parce qu'elle paraît de nature à rendre compte de ce caractère même de radical composé effectif, manifestant dans ses combinaisons une énergie plus grande que celle de ses éléments libres. L'énergie de ceux-ci se trouve exaltée par l'effet de cette absorption de chaleur, au lieu d'être affaiblie, comme il arrive dans les combinaisons qui dégagent de la chaleur, et cet accroissement d'énergie rend le système comparable aux éléments les plus actifs. »

(¹) Je prends ici l'acétylène et le cyanogène sous le même volume que les radicaux simples, H et Cl.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du durol (α-tétraméthylbenzine).* Note de MM. **Friedel, Crafts** et **Ador.**

« Nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à appliquer au durol (α-tétraméthylbenzine) les procédés qui permettent de dériver une acétone d'un hydrocarbure aromatique et d'un chlorure d'acide, le chlorure de benzoyle par exemple, avec l'aide du chlorure d'aluminium. Le durol, renfermant encore 2 des atomes d'hydrogène du noyau benzine, devait fournir une diacétone, et peut-être celle-ci, traitée par la potasse, pourrait-elle se décomposer en donnant un acide bibasique, qui serait un acide phtalique tétraméthylé.

» Nous avons, en effet, réalisé facilement la synthèse de l'acétone et de la diacétone benzoïques dérivées du durol; mais l'action de la potasse sur elles s'est exercée de manière à ne pas fournir les acides que l'on espérait obtenir. Celle du brome a donné également des résultats inattendus, en provoquant la décomposition de l'acétone, au lieu de la transformer simplement en un produit de substitution.

» 85 grammes de durol obtenu par l'action du chlorure de méthyle sur le toluène, en présence du chlorure d'aluminium à 80 degrés et bouillant de 193 à 195 degrés (bar. à 725 millimètres), ont été dissous dans un excès de chlorure de benzoyle à chaud. On y a ajouté par petites portions 100 grammes de chlorure d'aluminium, en élevant peu à peu la température jusqu'à 120 degrés. Il se dégage beaucoup d'acide chlorhydrique. On verse le produit de la réaction, encore chaud, dans l'eau; puis on filtre pour séparer la portion aqueuse du produit qui s'est solidifié.

» La liqueur aqueuse, agitée avec l'éther, n'a rien abandonné à celui-ci. La partie solide restée sur le filtre, traitée d'abord par la soude étendue, puis dissoute dans le toluène, a été soumise à la distillation fractionnée. A la deuxième rectification, le produit passe entre 343 degrés et 343°,5 (bar. à 725 millimètres) du thermomètre à gaz de l'un de nous. Il fond à 119 degrés, et le thermomètre plongé dans la substance marque 117°,2 pendant qu'elle cristallise.

» L'analyse a donné :

	gr
Substance	0,2509
Acide carbonique	0,789
Eau	0,1683

soit, en centièmes :

		Théorie ($C^{17}H^{18}O$)
C.........	85,76	85,71
H..........	7,45	7,56

» On a donc bien obtenu, comme on s'y attendait, une acétone $C^6H(CH^3)^4-CO-C^6H^5 = C^{17}H^{18}O$, qu'on peut appeler *phénylduryIcarbonyle* ou *durylbenzoyle,* en désignant par le nom de *duryle* le résidu monatomique du durol auquel a été enlevé 1 atome d'hydrogène du noyau benzénique. Cette acétone est très-soluble dans l'alcool chaud, dont elle se sépare, par le refroidissement, en petits prismes aciculaires.

» En même temps que ce produit, on en obtient un autre presque insoluble dans l'alcool bouillant, soluble dans la benzine, qui le laisse déposer en petits prismes, fusibles à 269-270 degrés, sublimables à une température plus élevée, mais se décomposant partiellement en bouillant au-dessus de 380 degrés, avec perte d'eau. Ce corps est la diacétone

$$C^6(CH^3)^4(COC^6H^5)^2 = C^{24}H^{22}O^2,$$

que l'on peut appeler le *durène-dicarbonyldiphényle,* ou plus simplement le *durène-dibenzoyle,* en appliquant le nom de *durène* au résidu diatomique du durol auquel on a enlevé les deux hydrogènes benzéniques qu'il renferme.

» Il a donné à l'analyse :

	gr
Substance..............................	0,254
Acide carbonique..........................	0,7847
Eau....................................	0,1467

ou, en centièmes :

		Théorie ($C^{24}H^{22}O^2$).
C...........	84,27	84,21
H...........	6,41	6,43

» Cette acétone s'obtient d'ailleurs facilement en traitant le durylbenzoyle par le chlorure de benzoyle et le chlorure d'aluminium à 150 degrés environ. Il faut rappeler ici que la benzophénone, traitée de la même manière, n'entre pas en réaction. La transformation semble donc facilitée par la présence des groupes méthyle.

» Le durène-dibenzoyle, traité a la température de son ébullition par la potasse fondue, se dédouble en acide benzoïque (fondant à 121°,5) et en durol. Nous n'avons obtenu ni benzine, ni quantités appréciables des acides $C^6(CH^3)^4(CO^2H)^2$ ou $C^6(CH^3)^4(COC^6H\ )CO^2H$.

» Il semblerait que plus ces acétones complexes renferment de groupes méthyle, plus, dans leur décomposition sous l'action de la potasse fondue, le carbonyle tend à rester uni au radical le plus simple. C'est ainsi que les tolylbenzoyles $C^6H^4(CH^3)COC^6H^5$ donnent les acides toluiques, et que les xylylbenzoyles, quoique donnant encore une certaine quantité d'acides xyliques, fournissent déjà des résultats beaucoup moins nets.

» Le durène-dibenzoyle, dissous dans l'acide acétique et oxydé par le permanganate de potasse, se brûle presque entièrement et ne fournit qu'une très-petite quantité d'un acide visqueux. On a essayé, sans succès, de prendre sa densité de vapeur à la température d'ébullition du sulfure de phosphore, par la méthode de M. V. Meyer [1] (déplacement d'un certain poids d'alliage fusible de Wood). Le produit se décompose à cette température.

» *Durylbenzoyle.* — On a réussi, par contre, à prendre la densité de vapeur du durylbenzoyle dans la vapeur de soufre. On a trouvé :

Substance	$0^{gr},0384$
Alliage employé	247^{gr}
Reste de l'alliage après l'opération	149^{gr}
Baromètre réduit	$717^{mm},4$
Colonne effective	33^{mm}
Capacité du vase	$0^{gr},7$
Température du laboratoire	$20°$

D'où l'on tire $D = 8,17$. La théorie exige $8,22$ pour $C^{17}H^{18}O$.

» La fusion du durylbenzoyle avec la potasse ne fournit pas autre chose que de l'acide benzoïque et du durol.

» Lorsqu'on traite 1 partie de l'acétone par 2 parties d'un mélange à poids égaux d'acide sulfurique et d'acide azotique concentrés, en refroidissant, on voit se produire une vive réaction. Il n'y a pas d'oxydation ; il se forme un produit nitré qui est insoluble dans l'eau et partiellement soluble dans l'alcool. La portion soluble comme la portion insoluble, fondues avec la potasse, se décomposent sans donner d'acide.

» En laissant tomber par petites portions le durylbenzoyle pulvérisé dans le brome, on constate qu'il se dissout avec dégagement de chaleur et production d'une faible quantité d'acide bromhydrique. On laisse réagir pendant un quart d'heure ; on distille ensuite la plus grande partie du brome, en ayant soin de ne pas élever beaucoup la température, de peur d'obtenir des produits de substitution supérieurs. Il reste une masse cris-

---

(1) *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. X, p. 2070.

talline imbibée de brome et, d'après ce qu'avaient fait supposer des essais préalables, de bromure de benzoyle. Pour s'assurer de la présence de ce dernier, on a chauffé le mélange avec de l'alcool dans un appareil à réfrigérant ascendant. Au bout d'un temps suffisant, on a distillé une partie de l'alcool. Après refroidissement, il s'est déposé des cristaux que l'on a séparés par filtration. L'alcool filtré fournit, à la distillation, une huile qui passe vers 211 degrés et n'est autre chose que du benzoate d'éthyle. Cet éther, saponifié, a fourni de l'acide benzoïque fondant à 122 degrés.

» La réaction se produit donc suivant l'équation

$$C^6H(CH^3)^4.CO.C^6H^5 + 2Br = C^6H(CH^3)^4Br + C^6H^5.CO.Br.$$

» Le dégagement d'acide bromhydrique, qui a lieu surtout pendant la distillation du brome, indique une véritable substitution, qui transforme le monobromodurol en bibromodurol. En effet, ce dernier est le produit principal qui s'isole facilement en reprenant par l'alcool la portion cristalline restée sur le filtre.

» Les premiers cristaux déposés sont du bibromodurol fondant à 202-203 degrés. Il se sépare ensuite des aiguilles, fusibles à une température inférieure, que l'on a cru d'abord être le monobromodurol, mais qui paraissent être plutôt des produits de substitution bromés du durylbenzoyle. Après les cristaux, il se sépare une huile; celle-ci, bromée, a fourni des cristaux presque insolubles dans l'alcool bouillant, fondant à 224-225 degrés, et qui ont donné à l'analyse :

C	31,78
H	2,73
Br	62,38

La formule $C^{17}H^{13}Br^5O$ exige :

C	32,22
H	2,05
Br	63,19

» L'huile elle-même distille sans dégagement d'acide bromhydrique et fournit des cristaux peu solubles dans l'alcool, qui les laisse déposer sous la forme d'aiguilles fusibles à 190-195 degrés.

» La réduction du durylbenzoyle a donné les résultats suivants : on a chauffé 5 grammes de la substance, en tube scellé, à 200-240 degrés

pendant neuf heures, avec 6 grammes d'acide iodhydrique bouillant à 127 degrés et $1^{gr},2$ de phosphore. En ouvrant le tube, on a constaté une forte pression. On a ajouté de l'eau au mélange, filtré, repris par l'éther et évaporé à siccité. Les produits n'ont pas pu être séparés par distillation fractionnée; mais, soumis à une sublimation à la température du bain-marie dans un courant d'acide carbonique, ils laissent un produit non volatil fusible vers 55 degrés et renfermant $C = 89,84$, $H = 8,89$ pour 100. Ce produit renferme donc une petite quantité d'oxygène; traité par le sodium à 60 degrés pour le lui enlever, il devient entièrement solide à 60 degrés. On reprend par l'alcool, et l'on obtient un hydrocarbure cristallisant en aiguilles fusibles à 60°,5 et bouillant vers 310 degrés (baromètre à 716 millimètres).

» L'analyse a donné

Substance	0,2446
Acide carbonique	0,8158
Eau	0,1948

soit, en centièmes :

		Théorie ($C^{17}H^{20}$).
C	90,96	91,08
H	8,83	8,93

» C'est donc bien le carbure $C^6H(CH^3)^4.CH^2.C^6H^5$, dérivé du durylbenzoyle par substitution de 2H à O.

» Le produit, qui est sublimable au bain-marie, contient deux substances, dont la plus volatile fond à 77°,5 et se sublime en aiguilles terminées en fer de lance. Elle est assez soluble dans l'alcool chaud et s'en sépare, par le refroidissement, en grandes lames nacrées. Chauffée avec du sodium et cristallisée dans l'alcool, elle se présente en prismes courts et épais, fondant à 85 degrés. La partie la moins volatile du produit sublimé est cristalline et fond à 120 degrés. Chauffée avec du sodium, elle donne des cristaux minces rhombiques, fondant à 60 degrés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expériences pour déterminer la direction de la pression dans une arche biaise.* Note de M. DE LA GOURNERIE.

« Pendant la séance, j'ai fait devant quelques Membres de l'Académie, dans une pièce voisine, une expérience sur mon appareil d'arche biaise. Les piliers ont été abaissés successivement dans le milieu d'une culée, puis

au milieu de l'autre culée. Deux brèches se sont formées et ont pris une direction à peu près parallèle aux têtes. Au moment où par l'abaissement d'un plus grand nombre de piliers les deux brèches se sont jointes, l'ébranlement a renversé l'une des têtes. Notre confrère M. Berthelot a fait tomber avec précaution et un à un quelques voussoirs de la tête restée debout, essayant de déterminer une rupture dans une direction perpendiculaire aux culées; mais de nouveaux voussoirs ne tardaient pas à tomber, en rétablissant la direction générale du bandeau.

» Pendant la dernière séance, l'expérience a été faite devant plusieurs de nos confrères, en abaissant subitement les milieux des deux culées : la partie centrale s'est effondrée et les deux têtes sont restées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations du second ordre des fonctions hyperelliptiques qui, appliquées deux fois de suite, produisent la duplication.* Note de M. C.-W. Borchardt.

« 1. On sait que la théorie analytique des fonctions hyperelliptiques à deux variables a été découverte en même temps par Göpel et par M. Rosenhain, qui y sont parvenus en suivant des voies très-différentes. En comparant les résultats découverts par les deux géomètres ([1]), on voit qu'ils se réduisent les uns aux autres par une transformation du second ordre.

» Je dois à M. Hermite la remarque importante que cette transformation est une de celles qui, appliquées deux fois de suite, produisent la duplication. Cette remarque m'a amené à faire quelques recherches générales sur les transformations du second ordre douées de ce même caractère, recherches que j'ai l'honneur d'offrir à l'illustre Académie.

» Avant d'attaquer le problème hyperelliptique dont il s'agit, je rappellerai ce qui existe d'analogue dans la théorie des fonctions elliptiques.

» Les formules de la transformation de Landen établissent une liaison du second ordre entre des fonctions doublement périodiques au module $\frac{1-k'}{1+k'}$ et d'autres au module k. En composant les formules de Landen avec celles de la transformation imaginaire élémentaire, les fonctions doublement périodiques au module k se changent en d'autres au module k'. On parvient

([1]) Voir les formules (86) du Mémoire de Göpel, *Journal de Crelle*, t. XXXV, p. 308.

donc, par cette composition, à une transformation imaginaire et du second ordre qui conduit du module k' au module $\lambda = \frac{1-k'}{1+k'}$. L'expression $\frac{1-k'}{1+k'}$ ayant la propriété qu'appliquée deux fois de suite elle reconduit au module k' duquel on était parti, il est évident, sans en faire le calcul, que la transformation qui nous occupe, appliquée deux fois de suite, produit la duplication.

» Pour parvenir à la transformation hyperelliptique la plus semblable à cette transformation elliptique, posons, avec M. Weierstrass,

$$\vartheta(v_1, v_2, \mu_1, \mu_2, \nu_1, \nu_2) = \sum_{n_1 n_2} e^{g(v_1 - \frac{1}{2}\mu_1, v_2 - \frac{1}{2}\mu_2, n_1 - \frac{1}{2}\nu_1, n_2 - \frac{1}{2}\nu_2)},$$

la sommation s'étendant à toutes les valeurs entières n_1, n_2 depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$, et g désignant la fonction entière

$$g(v_1, v_2, n_1, n_2) = \pi i(2n_1 v_1 + 2n_2 v_2 + n_1^2 \tau_{11} + 2n_1 n_2 \tau_{12} + n_2^2 \tau_{22}).$$

» En donnant à chacun des quatre indices μ_1, μ_2, ν_1, ν_2 les valeurs 0, 1, on obtient seize fonctions ϑ, qui correspondent aux seize combinaisons suivantes des quatre indices,

0, 0, 0, 0,	1, 0, 0, 0,	0, 1, 0, 0,	1, 1, 0, 0,
0, 0, 1, 0,	1, 0, 1, 0,	0, 1, 1, 0,	1, 1, 1 0,
0, 0, 0, 1,	1, 0, 0, 1,	0, 1, 0, 1,	1, 1, 0, 1,
0, 0, 1, 1,	1, 0, 1, 1,	0, 1, 1, 1,	1, 1, 1, 1,

fonctions que M. Weierstrass désigne par la notation

$$\begin{array}{llll} \vartheta_5, & \vartheta_{12}, & \vartheta_{34}, & \vartheta_0, \\ \vartheta_{01}, & \vartheta_{02}, & \vartheta_2, & \vartheta_1, \\ \vartheta_4, & \vartheta_{03}, & \vartheta_3, & \vartheta_{04}, \\ \vartheta_{23}, & \vartheta_{13}, & \vartheta_{24}, & \vartheta_{14}. \end{array}$$

» En conservant la notation primitive à quatre indices, on étend aisément aux seize fonctions ϑ la transformation imaginaire proposée par M. Rosenhain, dans le théorème III de son Mémoire couronné, pour le ϑ principal.

» Soit

$$\tau = -(\tau_{11}\tau_{22} - \tau_{12}^2) = \frac{\tau_{11}}{i}\frac{\tau_{22}}{i} - \left(\frac{\tau_{12}}{i}\right)^2$$

le déterminant des trois paramètres pris avec le signe qui rend τ positif dans le cas des fonctions hyperelliptiques réelles. Posons

$$\tau'_{11} = \frac{\tau_{22}}{\tau}, \quad \tau'_{12} = -\frac{\tau_{12}}{\tau}, \quad \tau'_{22} = \frac{\tau_{11}}{\tau};$$

définissons deux nouveaux arguments par les équations

$$v_1 = -i(\tau_{11}v'_1 + \tau_{12}v'_2), \quad v_2 = -i(\tau_{21}v'_1 + \tau_{22}v'_2),$$

ou, ce qui est la même chose,

$$iv'_1 = \tau'_{11}v_1 + \tau'_{12}v_2, \quad iv'_2 = \tau'_{21}v_1 + \tau'_{22}v_2;$$

posons enfin

$$\varphi(v_1, v_2) = \pi i(\tau'_{11}v_1^2 + 2\tau'_{12}v_1v_2 + \tau'_{22}v_2^2),$$

et désignons par η les fonctions ϑ aux paramètres $\tau'_{11}, \tau'_{12}, \tau'_{22}$. Cela posé, la transformation imaginaire dont il s'agit peut être énoncée dans cette formule unique

$$\vartheta(v_1, v_2, \mu_1, \mu_2, \nu_1, \nu_2) = i^{\mu_1\nu_1+\mu_2\nu_2}\frac{e^{\varphi(v_1,v_2)}}{\sqrt{\tau}}\eta(iv'_1, iv'_2, \nu_1, \nu_2, \mu_1, \mu_2).$$

On en conclut que, faisant abstraction du facteur commun

$$M = \frac{e^{\varphi(v_1,v_2)}}{\sqrt{\tau}},$$

les fonctions ϑ se changent en les fonctions η de la manière indiquée par le Tableau suivant :

$$\begin{array}{llll llll}
\vartheta_5, & \vartheta_{12}, & \vartheta_{34}, & \vartheta_0, & \eta_5, & \eta_{01}, & \eta_4, & \eta_{23}, \\
\vartheta_{01}, & \vartheta_{02}, & \vartheta_2, & \vartheta_1, & \eta_{12}, & i\eta_{02}, & \eta_{03}, & i\eta_{13}, \\
\vartheta_4, & \vartheta_{03}, & \vartheta_3, & \vartheta_{04}, & \eta_{34}, & \eta_2, & i\eta_3, & i\eta_{24}, \\
\vartheta_{23}, & \vartheta_{13}, & \vartheta_{24}, & \vartheta_{14}, & \eta_0, & i\eta_1, & i\eta_{04}, & -\eta_{14}.
\end{array}$$

» Soient ζ les fonctions ϑ aux arguments $2iv'_1$, $2iv'_2$ et aux paramètres $2\tau'_{11}$, $2\tau'_{12}$, $2\tau'_{22}$, et γ les valeurs des ζ pour $v'_1 = v'_2 = 0$; de même c les valeurs des ϑ pour $v_1 = v_2 = 0$. Cela posé, en composant les formules de transformation du second ordre qui lient les ζ aux η avec les formules de transformation imaginaire qui lient les η aux ϑ, on parvient au système

final de relations

$$4\gamma_5\zeta_5 = \eta_5^2 + \eta_{12}^2 + \eta_{34}^2 + \eta_0^2 = \frac{1}{M^2}(\vartheta_5^2 + \vartheta_{01}^2 + \vartheta_4^2 + \vartheta_{23}^2),$$

$$4\gamma_{01}\zeta_{01} = \eta_5^2 - \eta_{12}^2 + \eta_{34}^2 - \eta_0^2 = \frac{1}{M^2}(\vartheta_5^2 - \vartheta_{01}^2 + \vartheta_4^2 - \vartheta_{23}^2),$$

$$4\gamma_4\zeta_4 = \eta_5^2 + \eta_{12}^2 - \eta_{34}^2 - \eta_0^2 = \frac{1}{M^2}(\vartheta_5^2 + \vartheta_{01}^2 - \vartheta_4^2 - \vartheta_{23}^2),$$

$$4\gamma_{23}\zeta_{23} = \eta_5^2 - \eta_{12}^2 - \eta_{34}^2 + \eta_0^2 = \frac{1}{M^2}(\vartheta_5^2 - \vartheta_{01}^2 - \vartheta_4^2 + \vartheta_{23}^2).$$

» De ces formules on tire la conséquence suivante. Considérons les modules primitifs $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$ et les modules transformés λ_1, λ_2, λ_3, définis en posant

$$\sqrt{\varkappa_1} = \frac{c_{01}}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_2} = \frac{c_4}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_3} = \frac{c_{23}}{c_5},$$

$$\sqrt{\lambda_1} = \frac{\gamma_{01}}{\gamma_5}, \quad \sqrt{\lambda_2} = \frac{\gamma_4}{\gamma_5}, \quad \sqrt{\lambda_3} = \frac{\gamma_{23}}{\gamma_5};$$

ces deux systèmes de modules sont liés par les équations

$$\lambda_1 = \frac{1 - \varkappa_1 + \varkappa_2 - \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

$$\lambda_2 = \frac{1 + \varkappa_1 - \varkappa_2 - \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

$$\lambda_3 = \frac{1 - \varkappa_1 - \varkappa_2 + \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

équations qui, appliquées deux fois de suite, font retomber sur les modules primitifs. Il est donc évident que les formules de transformation entre les ζ et les ϑ, appliquées deux fois de suite, produisent la duplication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur des cristaux extraits de la fonte de fer par l'éther ou le pétrole.* Note de M. J. LAWRENCE SMITH.

« En poursuivant mes recherches sur certains composés sulfurés que renferme le graphite du fer météorique (des holosidères) [1], j'ai été conduit à étudier le produit artificiel connu sous le nom de *fonte de fer*. Celle-ci, comme les fers météoriques, contient du graphite, et l'on admet que cette substance doit son état d'extrême division à la manière dont elle a été

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 1042.

séparée de sa dissolution dans le métal fondu au moment où celui-ci prenait l'état solide.

» N'ayant pas à ma disposition de procédé propre à isoler une quantité un peu notable de ce graphite, j'ai fait mes expériences sur la fonte elle-même, préalablement réduite en fines particules à l'aide d'un outil approprié. Si l'on agite ce fer ainsi divisé avec de l'éther ou du pétrole, ou si, plus simplement, on fait ruisseler l'un de ces dissolvants au travers de la limaille placée dans un long tube de verre, on observe ensuite, par l'évaporation spontanée du liquide, la formation de cristaux aciculaires absolument semblables à ceux que donne le graphite météorique. La quantité de ces cristaux varie avec les qualités de fonte employées, mais elle réussit avec la plupart d'entre elles si l'on opère sur 20 à 50 grammes de poudre métallique. Je me suis d'ailleurs assuré de la pureté de l'éther et du pétrole dont je faisais usage. Chauffés dans un tube, les cristaux qui nous occupent fondent rapidement. Sous l'influence d'une température plus élevée, ils se volatilisent en laissant un résidu charbonneux généralement plus faible que celui des cristaux météoritiques. La partie principale de la substance consiste en soufre.

» A la suite de mes expériences, M. Berthelot m'apprit qu'il avait, de son côté, obtenu des cristaux semblables en traitant des sulfures de fer artificiels ou naturels (protosulfure, bisulfure, pyrrhotine, etc.) par l'éther ou l'alcool, et qu'il était porté à attribuer la présence du carbone au dissolvant employé. Je ne vois cependant pas comment on expliquerait ainsi la proportion variable de carbone associée au soufre, suivant les matières soumises à l'expérience, et qui est relativement si grande pour la météorite d'Orgueil. Je crois donc devoir réserver, quant à présent, toute explication à cet égard.

» Il faudrait, pour résoudre la question, répéter la réaction avec des dissolvants dans la constitution desquels il n'entrerait pas de carbone; mais cette condition est pour le moment irréalisable. En tous cas, le fait saillant sur lequel je désire appeler aujourd'hui l'attention de l'Académie, c'est que la fonte finement divisée, soumise à l'action de l'éther ou du pétrole, leur fournit immédiatement une matière soluble consistant principalement en soufre et cristallisant en fines aiguilles, semblable à la matière que j'ai séparée du graphite météoritique.

» Il est évident que le soufre de cette substance existe à l'état de liberté, puisque la solution a lieu à la suite d'un simple contact de quelques minutes entre la fonte et le liquide. Le soufre était-il libre dans l'intérieur

de la masse du fer avant sa subdivision ou est-il formé par le contact de l'air avec le sulfure contenu dans la fonte? Cette question n'est pas encore résolue. »

M. **Berthelot**, à l'occasion de la Communication de M. *Lawrence Smith*, présente les remarques suivantes :

« Notre savant Correspondant M. Lawrence Smith a bien voulu me communiquer des échantillons des substances hydrocarbonées cristallisées qu'il a extraites de certaines météorites par l'action de l'éther (¹). D'après l'examen que j'en ai fait, et dont il me semble utile de reproduire ici les résultats, cette substance est identique avec une matière que j'ai obtenue moi-même par l'action de l'éther parfaitement pur, tant sur le soufre octaédrique pur que sur les sulfures de fer anhydres. Dans tous les cas, le composé renferme, en même temps que le carbone et l'hydrogène, une dose considérable de soufre combiné; indépendamment du soufre pur, qui se sépare d'abord en cristaux pendant l'évaporation. La composition du corps paraît voisine de celle d'un polysulfure, dérivé de l'éther sulfhydrique ou de l'aldéhyde.

» Pour obtenir ce composé, il suffit de faire digérer pendant quelque temps, à froid, de l'éther pur avec du soufre pulvérisé, puis d'abandonner la liqueur filtrée à l'évaporation spontanée. Il se sépare d'abord de petits cristaux brillants de soufre octaédrique; puis on voit apparaître de longs cristaux prismatiques, aplatis, d'un aspect tout spécial. Il reste parfois une eau mère incristallisable, renfermant une huile sulfurée. Les carbures très-volatils connus sous le nom d'*éthers de pétrole* fournissent des substances analogues. L'alcool absolu lui-même en fournit aussi, quoique en moindre quantité.

» Cette matière résulte de la réaction chimique du soufre sur le dissolvant hydrocarboné, sans doute avec le concours de l'oxygène de l'air. La réaction qui se manifeste ici est analogue à celle de l'oxygène libre, lequel produit lentement et à froid, avec les carbures d'hydrogène, les alcools, les éthers, et mieux avec les aldéhydes, diverses substances résineuses, jusqu'ici mal définies.

» Non-seulement le soufre libre développe ce composé cristallisé, mais les sulfures de fer anhydres lui donnent également naissance, lorsqu'on

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. IX, p. 280.

fait digérer ces corps réduits en poudre avec de l'éther pur, au contact de l'air. C'est ce que j'ai constaté avec les sulfures naturels, tels que le bisulfure de fer et la pyrrhotine, aussi bien qu'avec le protosulfure de fer artificiel, préparé par synthèse directe à la température rouge. Dans cette circonstance, il est clair que l'oxygène de l'air intervient pour s'unir au fer et mettre en liberté le soufre, qui réagit simultanément sur le dissolvant hydrocarboné. La formation de la même substance avec la fonte, découverte par M. L. Smith, résulte probablement de la présence d'une trace de sulfure de fer dans la fonte elle-même.

» On voit par là que les dissolvants prétendus neutres sont loin d'agir dans tous les cas par simple dissolution sur les corps mis en contact avec eux, sans jamais les altérer chimiquement : on sait quelles réserves judicieuses M. Chevreul n'a jamais cessé de faire sous ce rapport.

» Je pense, comme M. L. Smith, que ces résultats sont de nature à inspirer une grande réserve dans toutes conclusions relatives à la préexistence dans les météorites de ces matières hydrocarbonées cristallisables qui sont susceptibles d'en être extraites par les dissolvants organiques, tels que l'éther ou l'alcool. »

M. **Daubrée** présente, au nom de l'auteur, un Mémoire de M. *Abich*, « Sur la production et les conditions géotechniques de la région à naphte voisine de la Caspienne », et ajoute les remarques suivantes :

« M. Abich, se référant à ses publications antérieures, résume avec précision les conditions dans lesquelles se présentent, dans cette contrée si remarquable, les gîtes de naphte et les dégagements d'hydrogène carboné qui lui sont associés parallèlement à l'axe du Caucase. Des coupes géologiques très-instructives font bien comprendre ce gisement, dont l'importance ressort de sa production rapidement croissante dans ces dernières années. D'après les observations qu'il a faites sur le terrain, ainsi que d'après un travail chimique de M. Mendelejef, M. Abich se rallie complétement à l'opinion que le pétrole n'est pas d'origine organique, mais qu'il dérive d'actions internes. Il trouve aussi un argument en faveur de cette conclusion, dans la présence du carbone combiné au fer de certaines météorites, qui donnent une idée de la constitution des parties profondes du globe terrestre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Chevandier de Valdrôme*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Mac-Cormick obtient..... 40 suffrages.

M. **Mac-Cormick**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Chaussier : MM. Gosselin, Vulpian, Bouillaud, Sedillot et Cloquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Bouley.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : MM. Vulpian, Marey, Ch. Robin, Milne Edwards et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gosselin et Pasteur.

Prix L. Lacaze (Physiologie) : MM. Milne Edwards, Ch. Robin et de Quatrefages réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints à la Section de Médecine et Chirurgie. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et Bouley.

Prix Montyon (Arts insalubres) : MM. Boussingault, Dumas, Chevreul, Peligot et Fremy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bussy et Berthelot.

Prix Cuvier : MM. Daubrée, Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard et Hébert réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Delesse et Alph.-Milne Edwards.

Prix Trémont : MM. Morin, Dumas, Tresca, Bertrand et Resal réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Phillips et Breguet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Effets réflexes produits par l'excitation des filets sensibles du pneumogastrique et du laryngé supérieur sur le cœur et les vaisseaux.* Note de M. **François-Franck**, présentée par M. Marey.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie.)

« Quand on excite électriquement ou mécaniquement le bout central d'un pneumogastrique ou d'un laryngé supérieur, on observe des effets réflexes bien connus du côté de la respiration et d'autres effets du côté de la circulation qui sont plus complexes et moins déterminés.

» Ces phénomènes cardiaques et vasculaires, étudiés depuis V. Bezold (1863) par un grand nombre de physiologistes, notamment par Dreschfeld en 1867, par Aubert et Röver en 1868, par Arloing et Tripier en 1872, varient chez l'animal normal dans certaines conditions que j'ai cherché à préciser.

» Ils varient selon que l'animal est calme ou selon qu'il s'agite et fait des efforts : dans le premier cas, le cœur se ralentit ou s'arrête et la pression s'abaisse ; dans le second, la pression s'élève et le cœur s'accélère ou ne modifie pas son rhythme. Il était donc indiqué de supprimer les mouvements généraux pour obtenir à coup sûr les réactions cardiaques et vasculaires liées à l'excitation du bout central des nerfs pneumogastrique et laryngé supérieur. En soumettant les animaux (chien, chat) à un empoisonnement graduel avec le curare, suivant la méthode de Cl. Bernard (absorption sous-cutanée avec ligature plus ou moins serrée d'une extrémité), j'ai constaté que, avant que les mouvements respiratoires soient supprimés, les réflexes modérateurs du cœur ont disparu. L'action paralysante du curare sur les terminaisons cardiaques du pneumogastrique était connue depuis les travaux de Cl. Bernard et de Kölliker (1856) ; mais ce qu'on n'avait pas noté, c'est que l'excitabilité réflexe disparait bien avant l'excitabilité directe. Ceci semble impliquer une action primitive du curare sur les centres d'où émanent les nerfs d'arrêt du cœur. Le curare ne pouvait donc être ici employé comme moyen contentif, puisqu'il supprime les réflexes cardiaques avant les mouvements respiratoires.

» Ayant remarqué dans d'autres expériences que les anesthésiques administrés à petites doses suffisent pour supprimer les réactions générales

en atténuant la sensibilité et respectent les réflexes cardiaques, j'ai utilisé cette propriété pour mettre en évidence les réactions produites par l'excitation centripète des nerfs pneumogastrique et laryngé supérieur; dans ces conditions, c'est un arrêt réflexe, surtout dans le cas d'excitation du laryngé, ou un ralentissement réflexe du cœur qui s'observe.

» Quand l'arrêt se produit ou quand le ralentissement des battements du cœur est assez considérable, on voit la pression artérielle s'abaisser consécutivement; mais, si le ralentissement est modéré, la pression peut rester stationnaire ou même s'élever notablement. Il devenait donc très-probable qu'une autre cause agissait en sens inverse du ralentissement du cœur: c'était vraisemblablement un resserrement vasculaire d'ordre réflexe. Pour mettre en évidence ce réflexe vasculaire, il suffisait de supprimer le réflexe cardiaque par la section du pneumogastrique opposé à celui dont on excitait le bout central : on permet ainsi à l'effet vaso-moteur de se manifester en toute liberté par une grande élévation de la pression générale. Le même résultat s'obtient encore par l'emploi de faibles doses de curare, qui font disparaître les modifications cardiaques réflexes sans supprimer le resserrement vasculaire. On peut ainsi expliquer les résultats si différents obtenus par l'excitation du bout central du pneumogastrique; les modifications cardiaques réflexes qui tendent à produire une chute de pression et le resserrement vasculaire simultané qui tend à élever la pression se combinant dans des rapports variables, on peut observer des variations de la pression artérielle très-différentes suivant la prédominance de l'une ou l'autre de ces influences antagonistes.

» Les réactions normales de l'excitation du bout central du pneumogastrique ou du laryngé supérieur consistent donc en un réflexe cardiaque modérateur qui interfère avec un réflexe vasculaire constricteur [1].

» J'étudierai d'une façon spéciale les réactions cardiaques et vasomotrices *anomales*, modifiées par la fièvre et l'échauffement artificiel des animaux, par la digestion et par le jeûne, par le refroidissement et par l'hémorrhagie, dans un travail qui sera prochainement soumis à l'Académie. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. le professeur Marey.

VITICULTURE. — *Effets du sulfure de carbone sur le système radiculaire de la vigne.* Lettre adressée à M. Dumas par M. **Boiteau**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Depuis trois ans que j'étudie les effets du sulfure de carbone sur le Phylloxera et sur les ceps de vigne, de nombreuses constatations ont été faites, mais la principale ne remonte guère qu'à quelques jours, et elle s'applique surtout aux effets sur le végétal.

» Le sulfure de carbone employé pur est très-dangereux pour la santé de la vigne s'il est appliqué sans discernement ou à des époques non convenables. Toutes les doses efficaces contre l'insecte, en partant de celle de 6 ou 7 grammes jusqu'à 10 grammes par trou, ce qui porte la dose de 12 à 24 grammes par mètre carré, sont nuisibles aux racines ou aux parties du cep qui se trouvent dans un certain rayon et à des profondeurs variables. Jusqu'ici les effets nuisibles du sulfure de carbone n'avaient été examinés que très-superficiellement et l'on ne s'était pas assez rendu compte de son action toxique. C'est à la suite des applications de la dernière campagne que j'ai constaté les faits que je vais porter à la connaissance de l'Académie et des viticulteurs.

» Le sulfure de carbone agit sur la racine en la mortifiant dans une certaine étendue. A l'état liquide ou à l'état de gaz concentré, il arrête la vie dans un rayon d'une dizaine de centimètres. La partie atteinte se fonce en couleur, passe au brun et se dessèche. L'effet est surtout manifeste lorsque l'action se produit sur le milieu d'une racine d'un certain diamètre ; toute la partie ayant reçu l'influence de l'agent délétère est frappée de mort, laquelle s'accuse par une coloration rougeâtre ou brune suivant le temps qui s'est écoulé entre l'application et la constatation de l'arrêt de la vie, tandis que la partie qui tient à l'arbuste et celle qui fait suite au point mortifié présentent, surtout la première, tous les caractères d'une racine en pleine végétation.

» Toutes les racines, depuis le chevelu jusqu'aux racines principales, subissent la désorganisation. Le cep lui-même, dans la partie qui forme le pivot des racines, peut être atteint en tout ou en partie suivant la distance à laquelle il se trouve du foyer d'émission.

» La question de savoir comment agit le sulfure de carbone pour mortifier le végétal n'est pas élucidée d'une manière complète.

» Au début, on avait pensé que le passage du sulfure de carbone de l'état liquide à l'état gazeux amenait un abaissement de température capable de congeler les radicelles et même les grosses racines. Les expériences que j'ai faites cette année, en employant des thermomètres au lieu de ceps de vigne, m'ont démontré que la température souterraine ne variait nullement sous l'influence du sulfure de carbone, alors même que le thermomètre était placé dans le liquide. A l'air libre les choses se passent autrement, et le sulfure, appliqué sur la boule du thermomètre, produit, en se vaporisant, un abaissement de température pouvant aller jusqu'à 7 degrés au-dessous de zéro. S'il n'y a pas abaissement de température, il est certain que c'est comme poison que le sulfure amène la mort; seulement, dans ce cas, comme pour tous les poisons du reste, il faut une certaine concentration de la substance pour déterminer un effet mortel. Si la masse agissante n'est pas assez considérable, il y a tout simplement stupéfaction et retour à l'état normal quelque temps après la cessation de l'effet.

» Ces effets, nous les avons constatés plusieurs fois sans les séparer dans leurs limites. L'observation constante nous a mis à même aujourd'hui de les distinguer et de les fixer dans leurs actions respectives.

» Dans tous les cas, il y a deux effets simultanés qui se produisent: l'un de mortification, l'autre de stupéfaction. Si la mortification agit sur tout le système ou sur une partie du système radiculaire, il y a ou mort immédiate ou simplement arrêt momentané avec reprise de la vie quelques jours après. S'il n'y a que stupéfaction générale, rien n'est compromis dans le système radiculaire; mais le jeune système aérien peut disparaître momentanément, pour revenir à son état normal quelques jours après, moins le fruit cependant, qui a été enlevé avec la première végétation.

» L'année dernière, nos traitements du printemps avaient arrêté la végétation et amené le dépérissement de toute la partie souterraine du végétal qui se trouvait à 15 ou 20 centimètres au-dessous de la surface du sol. Cette mortification, je l'attribuai à un refroidissement subit ou à une asphyxie radiculaire s'étant prolongée assez longtemps pour que l'arrêt de l'absorption eût amené à la dessiccation des racines. Tous les ceps qui avaient des racines superficielles reprirent leur végétation et se sont à peu près reconstitués; tous les autres sont morts. Les ceps traités pendant l'hiver et dans les mêmes conditions ont bien végété, sauf quelques exceptions qui nous sont maintenant expliquées. Une partie des arbres fruitiers qui se trouvaient dans les vignobles furent tués ou fortement avariés par les traitements du printemps.

» Cette année, nos opérations ont été faites dans de bonnes conditions et aux époques reconnues les plus propres à donner une innocuité complète. C'est en faisant des fouilles que nous avons été mis sur la voie de recherches qui ont été très-fructueuses et qui nous ont permis de poser les règles suivantes :

» 1° Le sulfure de carbone, à la dose de 6 à 10 grammes, détruit par intoxication toutes les parties du système radiculaire qui se trouvent dans un rayon de 10 centimètres environ de son point d'application.

» 2° Le trou foré par l'instrument injecteur reste ouvert dans presque toute sa longueur et sert de réservoir aux vapeurs, qui agissent comme la masse du liquide.

» 3° L'action toxique ne se produit que profondément et surtout dans les parties qui sont situées au-dessous de 20, 30 ou 35 centimètres de la surface du sol.

» L'Association viticole de Libourne a arrêté un système de traitement simple et annuel pouvant donner des résultats assez considérables pour maintenir la vigne en bon état de santé et de fructification. Ce traitement consiste à appliquer 20 grammes de sulfure de carbone par mètre carré, en deux trous, et cela du mois de novembre au mois de mars. Nos vignes étant plantées en plein et espacées de $1^m,30$ à 2 mètres en tous sens, j'avais conseillé personnellement de mettre dans les vignes dont l'espacement variait entre $1^m,30$ et $1^m,50$ un trou au cep et un trou entre chaque cep. Dans l'intervalle des lignes, on devait mettre un autre rang de trous alternés avec ceux de la ligne des ceps. Dans les plantations de $1^m,50$ à 2 mètres, on devait mettre un trou au cep et deux trous dans les intervalles des ceps. Les trous des interlignes des ceps devaient alterner avec ceux de la ligne des ceps.

» Dans les vignes plantées irrégulièrement, je conseillais de tirer une ligne d'opération et de se fixer sur cette ligne, sans se préoccuper de la position des ceps.

» Ces données étaient basées sur la facilité que trouveraient les ouvriers à avoir des points de repère invariables qui les faciliteraient énormément dans les opérations. L'observation est venue me dire cette année que ce procédé était mauvais, en ce sens que le danger que faisait courir le sulfure de carbone au cep le mieux constitué devait modifier cette idée, alors qu'on ne s'était pas assez préoccupé des accidents consécutifs à cette application.

» Personne jusqu'ici n'a signalé les faits que j'ai observés, et cela par la

seule raison qu'on n'avait pas fouillé assez profondément dans le système radiculaire.

» Si l'on déchausse un cep opéré ainsi que nous l'avons indiqué et en bonne végétation, voici ce que l'on constate. Si le trou d'injection du cep est à moins de 10 centimètres de la racine pivotante, toute la partie de cette racine, ou une portion seulement si elle est très-volumineuse, est mortifiée dans toute la longueur qui se trouve au-dessous de 20, 30 ou 35 centimètres de la surface du sol. Toutes les racines qui se trouvent sur le même côté et qui en émergent sont également mortifiées dans un rayon de 10 centimètres. Si le trou d'injection se trouve à 15 ou 20 centimètres de la racine pivotante, il n'y a que les racines qui se trouvent à 10 centimètres de son action qui soient mortifiées, et cela sur une longueur qui mesure 10 centimètres environ, en prenant pour centre le trou d'injection.

» Le trou d'injection agit dans toute sa hauteur comme un centre d'action d'où rayonnent les vapeurs cencentrées, en conservant la même activité que le dépôt lui-même. Il faut cependant remarquer que la hauteur d'action est sensiblement la même dans tous les cas, bien qu'on rencontre quelquefois des racines dans le voisinage du trou qui sont atteintes à moins de 20 centimètres de la surface du sol; mais ce ne doit être qu'une exception. L'ensemble des points mortifiés pour chaque trou formerait un cylindre de 20 centimètres de diamètre, partant de 30 centimètres en moyenne au-dessous de la surface du sol et allant jusqu'aux dernières racines.

» Les terrains ne me paraissent guère influer, pendant l'hiver au moins, sur le plus ou moins d'activité de l'agent intoxicant. Nos observations ayant porté sur des terres de plusieurs natures, il nous a été donné de constater des résultats à peu près identiques.

» Cette action ne portant, ainsi que nous venons de l'expliquer, que sur la partie profonde du système radiculaire, il n'y a pas lieu de s'étonner que l'effet soit passé inaperçu jusqu'à ce jour. Les deux ou trois étages de racines qui sont épargnées suffisent amplement au développement normal de la plante, et, si un arrêt se manifeste, on est toujours enclin à l'attribuer aux ravages du Phylloxera.

» Dans les vignes qui ont souffert pendant plusieurs années des ravages du Phylloxera, il n'en est pas ainsi; une grande partie des ceps traités meurent à la suite de l'application du sulfure de carbone. Dans ces vignes, le Phylloxera, qui commence toujours par attaquer les racines superficielles, a détruit toutes celles qui se trouvent à 20 ou 30 centimètres au-dessous du

niveau du sol, et, si la plante continue à végéter, c'est à la faveur de ses racines profondes, qui sont également plus ou moins altérées. Si une application de sulfure de carbone vient arrêter leur fonctionnement, il est certain que la mort doit s'ensuivre. Cette pierre de touche, ainsi qu'on l'a appelée, n'est qu'un coup de grâce apporté à un moribond qui aurait, avec un peu plus de ménagements, peut-être recouvré la santé. Dans tous les cas, ces pertes ne sont pas bien sensibles, car, ainsi que nous nous en sommes convaincu, il vaut mieux détruire tout ce qui est trop malade que chercher à le rétablir par des dépenses ruineuses.

» Les applications d'hiver, si elles mortifient une partie des racines, ne stupéfient pas les autres, et au printemps le fait passe inaperçu. Si, au contraire, on opère au moment de la végétation, à la mortification vient se joindre une paralysie de tout le système radiculaire, qui, si elle se continue après l'épuisement de la réserve accumulée pour l'essor des premiers bourgeons, amène nécessairement la mort de la plante. Ici donc deux causes agissent, dont la plus funeste paraît être l'engourdissement. Si la plante est en pleine végétation, l'arrêt est moins sensible, en ce sens que la réserve est plus considérable et que l'effet hyposthénisant est moins long, l'évaporation étant plus rapide.

» Ainsi s'expliquent les accidents que l'on attribuait tantôt au coaltar, tantôt aux doses trop fortes, tantôt à la nature du terrain, etc., et qui, en définitive, ne proviennent que d'un effet spécial au sulfure de carbone, qui a pour propriété de détruire les substances organiques qui se trouvent plongées dans son atmosphère la plus concentrée. Les doses doivent jouer un rôle important dans le rayon d'intoxication, et plus elles sont élevées, plus les effets doivent être étendus. Celles que l'on emploie normalement, et qui varient de 6 à 10 grammes, ne me paraissent dans aucun cas dépasser 10 centimètres.

» Cela étant, doit-on abandonner le sulfure de carbone à l'état d'injection par les pals? Nous ne le pensons pas, et nous disons même que c'est une raison pour continuer à l'employer ainsi; seulement il faut parer aux accidents que nous venons de mettre en lumière, et cela me paraît très-facile.

» Le sulfure de carbone, employé en nature et sans autre préparation que son dépôt dans le sol par un instrument injecteur, est le seul moyen qui nous paraisse ne pas arriver à un chiffre de dépense incompatible avec la viticulture la mieux partagée. Si ce moyen devait être abandonné, alors que d'ici un ou deux ans le prix de revient du traitement de 1 hectare de

vignes ne dépassera pas 120 francs, pour employer d'autres procedés, fussent-ils complétement inoffensifs, mais devant coûter 400 ou 500 francs, il nous faudrait renoncer à tout traitement.

» Pour éviter tout danger pour le végétal, il n'y a qu'une seule précaution à prendre : c'est de déposer le sulfure de carbone à plus de 10 centimètres de la racine pivotante, sans cependant l'éloigner de manière que le rayon d'action des vapeurs toxiques ne puisse pas atteindre les insectes de cette racine. Pour cela il suffit de faire les injections à 30 ou 35 centimètres de la souche, tout en les combinant de manière qu'il y en ait deux par mètre carré. Tout le sol d'un vignoble doit être imprégné des vapeurs sulfocarboniques, ce qui oblige à traiter, non pas par cep, mais bien par mètre carré. Chaque mètre carré de superficie doit recevoir 20 grammes de sulfure de carbone en deux trous, à 10 grammes chacun, ce qui donne un espacement moyen de 70 centimètres en tous sens. Il résulte des expériences que j'ai faites pendant la dernière saison, où l'humidité a été en excès, que les dosse de 6, 7 et 8 grammes donnent de très-bons résultats.

» Si par cas quelques racines, comme cela se présentera très-souvent, se trouvent à passer à moins de 10 centimètres du point d'injection, elles seront atteintes, mais il restera encore entre la partie mortifiée et le cep une longueur de 20 ou 25 centimètres qui sera très-saine et qui fournira par son extrémité libre un chevelu abondant qui rayonnera ensuite dans plusieurs sens. L'effet produit sera celui d'une section accidentelle qui ne préjudiciera en rien à la santé du végétal, d'autant plus qu'il n'y aura jamais que les racines profondes d'atteintes et qu'à cette distance elles divergent fortement et tendent à remonter à la surface. Lorsque le trou d'injection est au cep, le danger est grave, parce que toutes les racines sont atteintes à la fois à leur point d'émergence, et quelquefois même tout le cep y participe, surtout si les vignes sont jeunes.

» Le moyen de prévenir les accidents est donc très-simple, et il n'y a pas lieu de s'alarmer pour l'avenir des effets fâcheux que nous venons de signaler et qui étaient passés inaperçus pour les yeux les plus clairvoyants. Malgré le dessèchement de la partie profonde de beaucoup de ceps traités, ceux-ci n'ont pas moins continué à se rétablir et à offrir les plus belles apparences extérieures, ce qui démontre de la manière la plus formelle qu'en modifiant le procédé opératoire les résultats seront encore supérieurs à ce qu'ils ont été jusqu'ici. J'ai vérifié des vignes qui sont dans un très-bel état de végétation et qui ont tout leur système radiculaire profond complété-

ment desséché. Ce n'est qu'en fouillant très-profondément qu'il est permis de constater un état que l'on serait loin de soupçonner en n'observant que le système aérien et les racines des deux premiers étages.

» Quoi que puissent dire les pessimistes ou les intéressés contre ce procédé, à la suite de la divulgation que je viens de faire, et cela dans l'intérêt de la Science et de la Viticulture, il faut se rassurer et bien se convaincre qu'un mal connu est à moitié guéri. »

M. J. Korteweg adresse à l'Académie deux Notes intitulées : la première, « Sur les changements de forme et de volume d'un corps diélectrique soumis à l'influence d'une force électromotrice » ; la seconde, « Sur le calcul du phénomène observé par M. *Duter*, en prenant en considération la polarisation diélectrique ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Becquerel, Cornu.)

M. E. Delaurier soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Nouvelles recherches sur l'emploi de l'agitation des vagues pour obtenir des forces motrices fixes et des forces locomotrices et propulsives. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

M. E. Wiart adresse un Mémoire intitulé : « Résultats d'expériences faites, les 13 et 20 avril 1879, dans le but d'observer l'élévation des vagues sur des plans inclinés à différents angles ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

M. Guyot adresse à l'Académie un Mémoire intitulé : « Tableaux récapitulatifs de la coloration du ciel et des nuages à Nancy pendant l'année 1878 ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *E. Mallard*, intitulé : « Traité de Cristallographie géométrique et physique. Tome 1er : Texte. » Ce Traité est fondé sur la

théorie des réseaux de Bravais, dont il donne une exposition complète et élémentaire.

2° La quatrième édition du « Traité de Géométrie » de MM. *Rouché* et *de Comberousse*.

3° Un Ouvrage traduit du russe, portant pour titre : « Problèmes de la Climatologie du Caucase », par M. *B. Statkowski*.

4° Une brochure de M. *Ph. Gilbert*, intitulée : « Léon Foucault, sa vie et son œuvre scientifique ». (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*.)

La **Société des Études coloniales et maritimes** adresse à l'Académie, à l'occasion d'une récente Communication de M. de Lesseps, quelques renseignements sur l'exploration de M. Soleillet dans le royaume de Segou. (Extrait).

« M. P. Soleillet a reçu de la Société des Études coloniales et maritimes la mission de rechercher une route commerciale entre le Sénégal et l'Algérie, par Tombouctou.

» La Société des Études coloniales et maritimes a pu faire les premiers fonds de cette exploration en affectant à cette entreprise, éminemment française, la subvention qu'elle reçoit du Ministère de la Marine. Sur la recommandation du Président de la Société, le Gouverneur du Sénégal et l'Administration de Saint-Louis ont procure généreusement à M. Soleillet les ressources dont il avait besoin pour accomplir son voyage. »

M. **Rouxel** informe l'Académie qu'elle va entrer en possession de la somme que le Dr *Lallemand* a léguée à l'Académie des Sciences par son testament du 2 novembre 1852.

(Renvoi à la Commission administrative.)

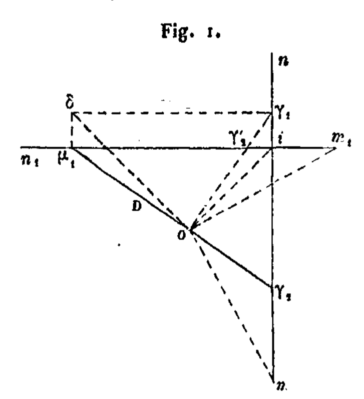
GÉOMÉTRIE. — *Détermination géométrique des ombilics de la surface de l'onde.* Note de M. A. **Mannheim**.

« Dans la séance du 11 février 1867, j'ai montré comment on construit, pour un point de la surface de l'onde, les centres de courbure principaux et les plans des sections principales de cette surface. Je vais appliquer cette construction à la détermination géométrique des ombilics de la surface de l'onde.

» Appelons m (*fig.* 1) un point d'un ellipsoïde donné et mn la normale

en ce point à cette surface Par le centre o de cet ellipsoïde et par mn menons un plan. Faisons tourner ce plan sur lui-même d'un angle droit autour du point o; le point m vient en m_1 et la normale mn vient en $m_1 n_1$. Le point

Fig. 1.



m_1 est un point de la surface de l'onde, et $m_1 n_1$ est la normale en ce point à cette surface. Nous désignerons l'ellipsoïde par $[m]$ et la surface de l'onde qui en dérive comme nous venons de le dire, par $[m_1]$.

» Rappelons maintenant la liaison qui existe entre les centres de courbure principaux et les plans des sections principales de l'ellipsoïde et de la surface de l'onde.

» A partir des centres de courbure principaux de ces surfaces, situés sur mn et $m_1 n_1$, menons respectivement des normales aux nappes des développées de $[m]$ et de $[m_1]$. Construisons les deux droites D, Δ qui rencontrent ces quatre normales : l'une D contient le point o; l'autre Δ est dans le plan mené de ce point perpendiculairement à la droite oi, qui joint le point o au point d'intersection i de mn et de $m_1 n_1$. De là résulte qu'on peut facilement construire les centres de courbure principaux et les plans des sections principales de la surface de l'onde lorsqu'on connaît les éléments analogues pour l'ellipsoïde, et réciproquement.

» Supposons que m_1 soit un ombilic de $[m_1]$. Les centres de courbure principaux de cette surface correspondant à m_1 sont alors confondus en un seul point que nous appellerons μ_1. La droite D est maintenant $o\mu_1$. La droite Δ est une perpendiculaire au plan de la figure issue du point d'intersection δ des droites $\mu_1 \delta$ et $o\delta$, tracées sur le plan de la figure perpendiculairement à $m_1 \mu_1$ et oi.

» Abaissons sur mn la perpendiculaire $\delta\gamma_1$; cette droite rencontre D et Δ. Du point γ_2, où D rencontre mn, menons une perpendiculaire au plan de la figure ; cette droite rencontre aussi D et Δ.

» Les points γ_1 et γ_2 sont alors les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde correspondant à m, et les plans des sections principales de cette surface pour ce point sont le plan de la figure et le plan perpendiculaire à celui-ci, mené par mn.

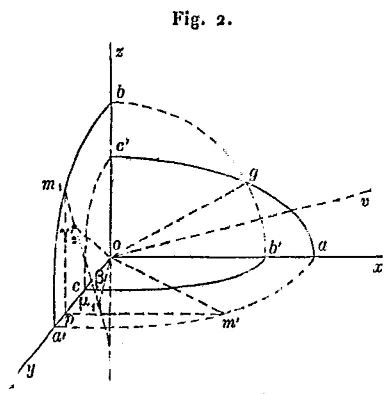
» Nous trouvons donc que pour le point m de l'ellipsoïde, d'où dérive un ombilic de la surface de l'onde, le plan d'une des sections principales de l'ellipsoïde contient le centre de cette surface. Ce point m doit être alors dans l'un des plans principaux de l'ellipsoïde, et il en est de même de l'ombilic qui lui correspond. Ainsi, *les ombilics de la surface de l'onde sont dans les plans de symétrie de cette surface.*

» La construction qui nous a donné les centres de courbure principaux γ_1, γ_2 montre que l'angle $\gamma_1 o \mu_1$ est droit; nous pouvons dire alors : *Un point m, d'où dérive un ombilic* m_1, *est tel que les diamètres* $o\gamma_1, o\gamma_2$ *allant aux centres de courbure principaux de l'ellipsoïde relatifs à ce point sont à angle droit.*

» Le point γ_1 est le centre de courbure de la section faite dans l'ellipsoïde par le plan de la figure, que nous savons être un plan principal de cette surface. L'autre centre de courbure γ_2 et les autres plans principaux de l'ellipsoïde déterminent, comme on sait, sur la normale mn des segments, mesurés à partir de m, qui sont proportionnels aux carrés des axes de l'ellipsoïde.

» En faisant tourner d'un angle droit le plan de la figure autour de o, le point m vient en m_1 sur la conique de $[m_1]$, située dans le même plan principal. Cette courbe doit alors avoir μ_1 pour centre de courbure, et le point γ'_2, nouvelle position de γ_2, doit remplir sur $m_1 n_1$ le même rôle que γ_2 sur mn.

Fig. 2.



» D'après cela, nous voyons, en représentant la surface de l'onde (*fig.* 2), que nous devons déterminer, sur l'une des coniques de cette surface, un

point m_1 pour lequel l'angle $\gamma'_2 o \mu_1$ soit droit, le point γ'_2 étant tel que sur la normale $m_1\beta$ on ait

$$\frac{m_1\gamma'_2}{m_1\beta} = \frac{c^2}{b_1},$$

en appelant a, b, c les longueurs des demi-axes oa, ob, oc de la surface de l'onde et en conservant les notations précédentes.

» Désignons par y et z les coordonnées inconnues de m_1. Il résulte des conditions que doit remplir ce point que l'on a

$$\frac{z^4}{y^4} = \frac{b^6(a^2 - c^2)}{a^6(b^2 - c^2)}.$$

» Au moyen de cette relation, nous allons construire m_1. Appelons g l'un des points singuliers de la surface de l'onde et ω l'angle xog. On a

$$\frac{1}{\cos^2\omega} = \frac{b^2(a^2 - c^2)}{a^2(b^2 - c^2)};$$

par suite,

$$\frac{z^2}{y^2} = \frac{b^2}{a^2}\frac{1}{\cos\omega}.$$

» Par le point m_1, menons le plan m_1pm' parallèlement au plan des xy (le point m' est sur la circonférence dont le rayon est oa). Désignons $m'p$ par ξ; on a

$$\frac{z}{\xi} = \frac{b}{a},$$

et alors

$$\frac{\xi^2}{y^2} = \frac{1}{\cos\omega}.$$

» En appelant φ l'angle xom', on a alors

$$\tang^2\varphi = \cos\omega,$$

que l'on peut écrire

$$\cos\tfrac{1}{2}\omega\cos\varphi = \cos\frac{\pi}{4}.$$

» La bissectrice ov de l'angle xog fait donc avec om' un angle égal à $\frac{\pi}{4}$. On détermine alors les ombilics de la surface de l'onde de la manière suivante :

» *On mène la bissectrice ov de l'angle xog que le diamètre og fait avec l'un des axes ox de la conique qui contient g. A partir de o, on mène une droite faisant avec ov un angle égal à $\frac{\pi}{4}$. Cette droite, en tournant autour de ov*

engendre un cône qui rencontre en quatre points la circonférence de rayon oa. Par ces points on mène des plans parallèles au plan des xz. Ces plans rencontrent la conique de la surface de l'onde, située dans le plan perpendiculaire à ox, en quatre points réels qui sont des ombilics de la surface de l'onde.

» En employant la bissectrice de l'angle *goz*, on trouve quatre ombilics réels sur la conique dont le plan est perpendiculaire à *oz*.

» Nous voyons ainsi que, *sur la surface de l'onde, il y a huit ombilics réels*, et nous voyons aussi comment on détermine ces points.

» On peut remarquer que la conique qui contient les points singuliers réels est la seule sur laquelle il n'y a pas d'ombilics réels. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence des formes algébriques.* Note de M. C. **Jordan**.

« Deux formes $F(x_1, \ldots, x_n)$ et $\Phi(x_1, \ldots, x_n)$ à n variables et de degré m, à coefficients réels ou complexes, sont dites *algébriquement équivalentes* si F peut être transformé en Φ par une substitution linéaire de déterminant 1. L'équivalence sera *arithmétique* et les deux formes appartiendront à la même *classe* si les coefficients de la substitution sont des entiers réels ou complexes.

» Théorème. — *Les formes à coefficients entiers (réels ou complexes) algébriquement équivalentes à une même forme* F, *de discriminant* $\gtrless 0$, *ne forment qu'un nombre limité de classes.*

» Cette proposition a été établie par Lagrange et Gauss pour les formes quadratiques binaires et ternaires. Dans ses profondes recherches sur la théorie des nombres, M. Hermite a étendu ce résultat à toutes les formes quadratiques, puis à toutes les formes binaires, et plus généralement à celles qui sont décomposables en facteurs linéaires. Enfin, MM. Korkine et Zolotareff en ont donné récemment, pour le cas des formes quadratiques, une démonstration nouvelle et d'une simplicité remarquable.

» Il reste à démontrer ce théorème pour les formes de degré > 2 et à n variables. Nous y parvenons de la manière suivante. Soit

$$\Phi(x_1, \ldots, x_n) = F(a_{11}, x_1 + \ldots + a_{1n}x_n, \ldots, a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n)$$

une quelconque des formes à coefficients entiers algébriquement équivalentes à F. A l'exemple de M. Hermite, nous lui ferons correspondre la

forme bilinéaire de déterminant 1

$$\varphi = \sum_k (a_{k1}x_1 + \ldots + a_{kn}x_n)(a'_{k1}x'_1 + \ldots + a'_{kn}x'_n),$$

où les quantités a' sont les conjuguées des quantités a.

» Si l'on effectue sur Φ une substitution linéaire S à coefficients entiers, on obtiendra une nouvelle forme Ψ de la même classe, à coefficients entiers. La forme bilinéaire correspondante ψ se déduira de φ en exécutant la substitution S sur les variables $x_1, \ldots, x_n$ et la substitution conjuguée S' sur les variables $x'_1, \ldots, x'_n$. En suivant la marche indiquée par MM. Korkine et Zolotareff, on voit que la substitution S peut être choisie de telle sorte que ψ ait la forme réduite suivante :

$$\begin{aligned}\psi = \mu_1(x_1 + \varepsilon_{12}x_2 + \ldots + \varepsilon_{1n}x_n)(x'_1 + \varepsilon'_{12}x_2 + \ldots + \varepsilon'_{1n}x'_n)\\ + \mu_2(x_2 + \ldots + \varepsilon_{2n}x_n)(x'_2 + \ldots + \varepsilon'_{2n}x'_n) + \ldots + \mu_n x_n x_n,\end{aligned}$$

où les quantités ε et leurs conjuguées ε' ont leurs normes non supérieures à $\frac{1}{2}$, tandis que $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_n$ sont réels et satisfont aux relations

$$\mu_{k+1} \geqq \tfrac{1}{2}\mu_k, \quad \mu_1\mu_2\ldots\mu_n = 1.$$

» Ces relations fournissent : 1° une limite supérieure de μ_1 ; 2° des limites supérieure et inférieure de $\mu_2, \ldots, \mu_n$ en fonction de μ_1.

» Si nous parvenons à obtenir une limite inférieure de μ_1, tous les coefficients de ψ seront limités, ce qui fournira une limite supérieure des modules des coefficients de la substitution T par laquelle F se transforme en Ψ, et enfin une limite supérieure des modules des coefficients de Ψ. Les diverses réduites Ψ ayant leurs coefficients entiers et limités seront en nombre limité, ce qui démontre le théorème. Tout revient donc à trouver une limite inférieure de μ_1. Pour l'obtenir, nous poserons

$$\mu_k = \frac{1}{2^{k-1}}\mu_1^{\rho_k},$$

ce qui nous donnera

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n(n-1)}{2}} \mu_1^{\rho_1+\ldots+\rho_n} = 1.$$

» Cette équation donnera pour μ_1 une valeur qui diffère de zéro d'une quantité finie si la somme $\rho_1 + \ldots + \rho_n = \sigma$ n'est pas négative et infiniment petite. Or on démontre d'autre part que, si σ est suffisamment petit, on pourra déterminer deux quantités y et q positives et telles que la suite

$\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$ contienne k termes $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_k$ supérieurs à y et seulement k' termes $\rho_{n-k'+1}, \ldots, \rho_n$ inférieurs à $-(m-1-q)y$, k' étant $< k$.

» Cela posé, on pourra déterminer en fonction de μ_1 une limite supérieure du module des coefficients de tous ceux des termes de Ψ qui ne sont pas du premier degré au moins en $x_{n-k'+1}, \ldots, x_n$ ou du second degré au moins en $x_{k+1}, \ldots, x_{n-k'}$. Si parmi ces coefficients il en est un qui ne s'annule pas, il sera entier et son module sera au moins égal à 1. De la comparaison de cette limite inférieure avec la limite supérieure trouvée ci-dessus résulte une inégalité qui limitera μ_1. D'ailleurs tous ces coefficients ne peuvent s'annuler à la fois, car, si cela avait lieu, Ψ aurait zéro pour discriminant, et il en serait de même pour F, contrairement à l'hypothèse énoncée au théorème. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul des perturbations.* Note de M. A. DE GASPARIS.

« Soient, au temps t, x_1, x'_1, x''_1 l'une des coordonnées et ses dérivées première et seconde par rapport à τ $(kt = \tau)$ de la masse troublée m_1. Pour la masse troublante m_2 on emploie les mêmes symboles avec le suffixe 2.

» Soit c_{x_1} la correction à faire à l'abscisse de l'orbite de m_1, dans l'ellipse indiquée par x_{1e}, pour avoir la valeur de l'abscisse dans l'orbite troublée, indiquée par x_{1p}; c'est-à-dire posons

$$c_{x_1} = x_{1p} - x_{1e};$$

en prenant les dérivées première et seconde, on a

$$c'_{x_1} = x'_{1p} - x'_{1e},$$
$$c''_{x_1} = x''_{1p} - x''_{1e}.$$

D'un autre côté, faisant

$$(a) \quad \begin{cases} x''_{1p} = -\dfrac{(1+m_1)x_1}{r_1^3} + m_2\left(\dfrac{x_2 - x_1}{\rho_{12}^3} - \dfrac{x_2}{r_2^3}\right), \\ x''_{1e} = -\dfrac{(1+m_1)x_1}{r_1^3}, \end{cases}$$

on en déduit

$$c''_{x_1} = m_2\left(\frac{x_2 - x_1}{\rho_{12}^3} - \frac{x_2}{r_2^3}\right).$$

Si au temps t on connaît x_1, y_1, z_1, ainsi que x'_1, y'_1, z'_1, l'ellipse décrite par m_1 par la seule action du Soleil sera connue. Maintenant, si l'on demande

la valeur de c_{x_1} au temps J *après le temps t*, en développant c_{x_1} à l'aide de la série de Maclaurin, on aura l'équation

$$c_{x_1} = (c_{x_1})_0 + k\mathrm{J}\,(c_{x_1})'_0 + \frac{k^2\mathrm{J}^2}{2}(c_{x_1})''_0 + \frac{k^3\mathrm{J}^3}{6}(c_{x_1})'''_0 + \ldots,$$

dans laquelle les quantités entre parenthèses sont les valeurs que prennent les dérivées de c_{x_1} pour $\mathrm{J} = 0$, c'est-à-dire au temps t.

» Il est aisé de voir que $(c_{x_1})_0 = (c_{x_1})' = 0$, parce que l'orbite elliptique et l'orbite troublée de m_1 ont communes $x_1\, y_1\, z_1$, $x'_1\, y'_1\, z'_1$, et il n'y a pas de correction. On trouve ainsi, puisque $(c_{x_1})''_0 = c'' x_1$,

$$(b) \quad \left\{ \begin{aligned} c_{x_1} &= \frac{k^2\mathrm{J}^2}{2} m_2 \left(\frac{x_2 - x_1}{\rho_{12}^3} - \frac{x_2}{r_2^3} \right) \\ &+ \frac{k^3\mathrm{J}^3}{6} m_2 \left[\frac{x'_2 - x'_1}{\rho_{12}^2} - \frac{3(x_2 - x_1)\rho'_{12}}{\rho_{12}^4} - \frac{x'_2}{r_2^3} - \frac{3x'_2 r'_2}{r_2^4} \right], \end{aligned} \right.$$

où l'on voit que le coefficient de $\frac{k^3\mathrm{J}^3}{6} m_2$ a été obtenu par une nouvelle dérivation de c''_{x_1}. Le coefficient du terme suivant a été publié dans les *Comptes rendus*.

» On pourrait faire bien des difficultés aux équations (a) sans la circonstance que les masses m_1, m_2 sont assez petites par rapport à l'unité, qui est la masse du Soleil.

» Même dans ce cas, la valeur de J devra être comprise entre certaines limites, selon les cas. L'équation (b) donne

$$c'_{x_1} = m_2 k^2 \mathrm{J} \left(\frac{x_2 - x_1}{\rho_{12}^3} - \frac{x_2}{r_2^3} \right) + \frac{k^3\mathrm{J}^2}{2} \left[\frac{x'_2 - x'_1}{\rho_{12}^3} - \frac{x'_1}{r_2^3} - \frac{3(x_2 - x_1)\rho'_{12}}{\rho_{12}^4} + \frac{x_2 r_2}{r_2^4} \right],$$

de manière que, au temps J, on peut connaître x_1, y_1, z_1, ainsi que x'_1, y'_1, z'_1, et calculer la nouvelle ellipse *temporanée.* »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de Dynamique.* Note de M. F. **Siacci.**

« *Lorsqu'un point parcourt une courbe plane, si l'on décompose la force en deux, l'une passant par un point fixe quelconque, l'autre suivant la tangente, la première est proportionnelle au rayon vecteur, au cube inverse de la distance p du point fixe à la tangente, et à une fonction arbitraire; la seconde est proportionnelle au carré inverse de la distance p et à une autre fonction arbitraire, qui est la dérivée par rapport à l'arc de la première fonction multipliée par le rayon de courbure.*

» Il s'ensuit que deux forces centrales feront décrire à un même point la même courbe si elles sont proportionnelles aux rayons vecteurs, aux cubes inverses des distances des deux centres à la tangente, et enfin aux carrés des moments des vitesses initiales. La même conséquence a lieu si la courbe est décrite dans un milieu résistant en raison du carré de la vitesse.

» Soient x, y les coordonnées rectangulaires d'un point mobile sur un plan. En posant $x\,dy - y\,dx = \mathrm{T}\,dt$, on aura

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\mathrm{T}\,dx}{x\,dy - y\,dx}, \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{x(dy\,d^2x - dx\,d^2y)}{(x\,dy - y\,dx)^3}\mathrm{T}^2 + \frac{dx}{(x\,dy - y\,dx)^2}\mathrm{T}\,d\mathrm{T},$$

et une autre équation tout à fait semblable pour y. En appelant donc p la distance de l'origine à la tangente, ρ le rayon de courbure, ou bien en posant $x\,dy - y\,dx = p\,ds$, $dy\,d^2x - dx\,d^2y = \rho\,ds^3$, on aura

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{x}{p^3}\frac{\mathrm{T}^2}{\rho} + \frac{dx}{ds}\frac{\mathrm{T}\,d\mathrm{T}}{p^2\,ds}, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{y}{p^3}\frac{\mathrm{T}^2}{\rho} + \frac{dy}{ds}\frac{\mathrm{T}\,d\mathrm{T}}{p^2\,ds},$$

ce qui prouve le théorème énoncé.

» Si la force tangentielle est nulle ou proportionnelle au carré de la vitesse, l'équation $\frac{\mathrm{T}\,d\mathrm{T}}{p^2\,ds} = -kv^2 = -k\frac{\mathrm{T}^2}{p^2}$ donne

$$\mathrm{T} = \mathrm{A}\,e^{-ks}.$$

Donc deux forces R et R′ passant par O et O′ feront décrire à un même point, soit dans le vide, soit dans un milieu résistant en raison du carré de la vitesse, la même courbe, si l'on a $\mathrm{R}' : \mathrm{R} = \frac{\mathrm{A}'^2 r'}{p'^3} : \frac{\mathrm{A}^2 r^2}{p^3}$; cela démontre le second théorème.

» Pour une section conique on peut, comme on sait, remplacer le rapport $p : p'$ par BP : B′P′, B et B′ étant deux constantes, P et P′ les distances du point variable aux polaires de O, O′; et alors de la valeur connue de R, O étant le foyer ou le centre, on tirera R′ pour tout point O′.

» Soient n forces $\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_n$, dont chacune est propre à faire parcourir à un même point m la courbe S. Leur résultante F jouira de la même propriété sous certaines conditions des vitesses initiales, données par M. Bonnet (*Méc. anal.*, édition Bertrand, Note IV); et alors, en passant par un même point de S, m, sous l'action de chacune des forces, aura les vitesses $v_1, v_2, \ldots, v_n, v$, liées par la condition $v_1^2 + v_2^2 + \ldots + v_n^2 = v^2$. On augmente un peu la portée du théorème de M. Bonnet appliqué à un point en re-

marquant qu'il sera permis de ne pas comprendre dans les forces F_1, F_2, ..., F_n, F, la résistance du milieu si celle-ci est proportionnelle au carré de la vitesse. Si donc les forces ainsi réduites passent par les points fixes O_1, O_2, ..., O_n, O d'un plan, on aura

$$\frac{A_1^2}{p_1^2} + \frac{A_2^2}{p_2^2} + \cdots + \frac{A_n^2}{p_n^2} = \frac{A^2}{p^2}.$$

» Par conséquent, la courbe définie par cette équation, ou qui satisfait pour des valeurs convenables des constantes, jouira d'une propriété qu'il est facile d'énoncer. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation thermique de l'hydrogène silicié;* Note de M. J. **Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« I. Diverses réactions pourraient permettre de mesurer la formation thermique de l'hydrogène silicié. L'action de la potasse concentrée est trop lente pour les mesures calorimétriques, et l'action du brome en présence de l'eau est trop irrégulière. J'ai essayé de déterminer la chaleur de combustion de l'hydrure de silicium par l'oxygène libre.

» Le gaz a été préparé par la décomposition de l'éther siliciformique tribasique au moyen du sodium, méthode qui permet de l'obtenir exempt d'hydrogène. L'expérience thermique a été effectuée dans le calorimètre à eau, au sein d'une petite chambre à combustion en verre, d'une forme semblable à celle qui a été décrite par M. Berthelot. A l'extrémité du tube amenant le gaz jaillissait une très-petite étincelle d'induction ne donnant aucun dégagement de chaleur sensible et destinée à enflammer régulièrement le gaz dès son arrivée dans la chambre. Une disposition spéciale permettait de prévenir l'obstruction du tube par la silice formée dans la combustion. Enfin, la quantité de gaz brûlé a été mesurée directement par l'augmentation de poids de la chambre et du tube à ponce sulfurique servant à condenser la vapeur d'eau.

» II. Dans ces conditions, j'ai trouvé que la chaleur dégagée dans la combustion de 1 équivalent d'hydrogène silicié est égale à $+324^{cal},3$, moyenne de trois expériences ne s'écartant pas entre elles de 5 calories. On peut aisément déduire de ce nombre la chaleur de formation, d'après le cycle suivant :

$Si + H^4 = Si\,H^4 = x$	$Si + O^4 = SiO^4 = 211^{cal},1$ (Troost et Hautefeuille),
$+ 8O = 324^{cal},3$	$4(H + O) = 138^{cal},0$,

d'où

$$x = +24^{cal},8.$$

L'union de Si + H^4 est donc accompagnée d'un dégagement de chaleur de $+24^{cal},8$.

» III. Ce nombre se rapproche, comme on le voit, de la chaleur de formation du gaz des marais ($+22^{cal}$). On peut encore remarquer que les quantités de chaleur dégagée dans la formation des combinaisons siliciées vont en diminuant quand on passe de l'oxygène à la série du chlore et de celle-ci à l'hydrogène :

$$\begin{aligned} Si + O^4 &= 211^{cal},1, \\ + Cl^4 &= 149,5, \\ + Br^4 &= 112,3, \\ + I &= 49,9. \end{aligned}$$

» IV. L'action de l'étincelle électrique sur l'hydrogène silicié est, comme on pouvait le prévoir, analogue à celle qu'elle exerce sur les combinaisons hydrogénées formées avec des dégagements de chaleur voisins. J'ai constaté en effet qu'un petit nombre de fortes étincelles électriques détruisent ce gaz rapidement avec précipitation de silicium amorphe. La décomposition s'effectue même en totalité, ce qui n'a pas lieu par exemple avec le gaz ammoniac.

» J'indiquerai, dans une prochaine Communication, les expériences relatives à la formation thermique de l'éther silicique normal ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la limite de la séparation de l'alcool et de l'eau par la distillation*. Note de **M. J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« L'alcool employé pour cette recherche provenait de 50 litres de vin de Chablis 1878 qu'on a rectifié deux fois dans des appareils à douze plateaux; on a ensuite monté un appareil à vingt-trois plateaux, au moyen duquel on obtint, au bout de la seconde distillation, de l'alcool à 95 pour 100, ce qui est le degré des alcools commerciaux. Une troisième rectification ne fit faire qu'un progrès insensible; mais, en ajoutant dix plateaux de plus, on gagnait encore un demi-degré centésimal par chaque distillation; la limite supérieure atteinte

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

fut 96,5 pour 100. Cet appareil, dont la puissance était égale à celle des grandes colonnes dont on se sert dans l'industrie, devait amener l'alcool à un degré très-voisin du maximum que l'on peut atteindre; mais il était bon de contrôler ce résultat par la distillation d'un mélange plus riche que le maximum : on a donc préparé par la chaux vive de l'alcool à 98,5 qu'on a fractionné dans le même appareil. Ainsi qu'on devait s'y attendre, cette fois l'eau passe d'abord, et c'est le résidu de distillation qui possède le degré alcoolique le plus élevé. La séparation est très-lente du reste; après trois distillations, les premières parties marquaient 97,4 et le résidu 99,3. Il résulte de là que le mélange passant à température constante sans se séparer est situé entre 96,5 et 97,4; on peut dire qu'il renferme 97 pour 100 d'alcool.

» Ce résultat pourrait d'ailleurs être légèrement influencé par la présence d'une faible proportion d'alcools supérieurs. J'ai séparé en effet $10^{cc},5$ d'huiles composées principalement d'alcool amylique et d'une faible quantité (1 centimètre cube au plus) d'une essence insoluble dans l'eau acidulée, non saponifiable, d'une odeur forte et extrêmement persistante; il n'est pas douteux qu'elle ne contribue pour une forte partie au bouquet de ce vin. Un autre fait qui mérite d'être signalé est que l'alcool amylique brut n'avait nullement l'odeur repoussante de l'huile de pomme de terre ou des alcools amyliques bruts des mélasses, laquelle est due à des substances empyreumatiques que la distillation peut écarter : il y a donc lieu de se demander si les propriétés nuisibles à l'économie de l'alcool de mélasse ne sont pas dues plutôt à ces empyreumes. On sait, en effet, que les alcools de mélasse traités par le noir animal perdent leur mauvais goût, et, si ce mauvais goût est dû aux empyreumes, on comprend très-bien que le charbon animal le fasse disparaître, tandis que ce corps ne paraît pas absorber assez complétement les alcools butylique et amylique pour produire une amélioration si sensible. En tout cas, cette expérience démontre que la présence d'une quantité déjà notable d'alcool amylique ne nuit pas à la bonne qualité d'un vin, car le chablis est, comme on sait, un vin relativement léger [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de l'acide angélique.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Wurtz.

« L'acide isoangélique se produit en même temps que l'acide éthylisoxyvalérique, lorsqu'on fait réagir le bromo-isovalérate d'éthyle sur l'éthy-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

late de sodium en solution alcoolique; il se forme du bromure de sodium, de l'éthylisoxyvalérate d'éthyle, de l'isoangélate d'éthyle et de l'alcool, comme l'indiquent les équations suivantes :

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH.Br-CO.OC^2H^5}_{\text{Bromo-isovalérate d'éthyle.}} + C^2H^5.ONa$$

$$= NaBr + \underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH.OC^2H^5-CO.OC^2H^5}_{\text{Éthylisoxyvalérate d'éthyle.}},$$

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH.Br-CO.OC^2H^5}_{\text{Bromo-isovalérate d'éthyle.}} + C^2H^5.ONa$$

$$= NaBr + C^2H^5.OH + \underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CO.OC^2H^5}_{\text{Isoangélate d'éthyle.}}.$$

» Après quelques heures d'ébullition, au réfrigérant à reflux on distille l'alcool, puis on ajoute de l'eau au résidu; le bromure de sodium se dissout et les éthers se rassemblent à la partie supérieure du liquide; on les sépare, on les sèche et on les distille. On recueille ce qui passe entre 155 et 190 degrés.

» Pour obtenir l'acide angélique, on saponifie les éthers par la potasse alcoolique, on chasse l'alcool, on neutralise exactement la potasse en excès par l'acide sulfurique, on ajoute une quantité convenable de sulfate de zinc, on évapore à sec au bain-marie et l'on reprend par l'alcool, qui dissout l'isoangélate et l'éthylisoxyvalérate de zinc. En décomposant par l'acide sulfurique les sels de zinc solubles dans l'alcool, après avoir chassé ce dissolvant, et reprenant par l'éther, on obtient, après avoir chassé l'éther, un mélange d'acide isoangélique et d'acide éthylisoxyvalérique, qui laisse déposer à basse température des cristaux incolores transparents d'acide isoangélique. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau, mais très-solubles dans l'alcool et l'éther. Ils sont anhydres.

» Soumis à l'analyse, ils répondent à la composition de l'acide isoangélique :

	Calculé.	Trouvé.
C^5	60,00	59,75
H^8	8,00	8,56
O^2	32,00	
	100,00	

» De même le sel de baryte répond à la composition de l'isoangélate de baryte :

	Calculé.	Trouvé.
Ba	40,89	40,64

» Lorsque j'aurai à ma disposition une quantité suffisante de ce nouvel acide, j'en ferai une étude plus approfondie (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acide camphique en camphre.* Note de M. J. DE MONTGOLFIER, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai fait voir précédemment que le camphre donne par oxydation directe de l'acide camphique, acide monobasique dont les relations avec le camphre pouvaient dès lors être comparées à celles de l'acide acétique avec l'aldéhyde. Je viens de réaliser la transformation inverse, celle de l'acide camphique en camphre, au moyen de la réaction classique de Piria, c'est-à-dire en chauffant un mélange de camphate de chaux et de formiate de chaux. L'acide camphique, employé pur et absolument exempt de camphre (je crois inutile d'insister ici sur les moyens employés pour m'assurer de sa pureté), m'a donné dans chaque expérience une certaine quantité de camphre qui a été caractérisé par ses réactions et propriétés. Ce corps se forme en vertu de l'équation suivante :

$$C^{20}H^{15}HCaO^4 + C^2HCaO^4 = C^{20}H^{16}O^2 + C^2O^4.2CaO.$$

» 2. Le produit le plus abondant, dans lequel, à l'état brut, le camphre formé reste entièrement dissous, est un liquide bouillant à 230-235 degrés; la composition de ce corps rectifié est (malgré un petit excès de carbone dû à des traces de camphre et d'un hydrocarbure) celle d'un homologue inférieur du camphre. L'analyse a donné :

		Calculé ($C^{18}H^{14}O^2$).
C	79,20	78,26
H	10,25	10,14

» Le point d'ébullition de ce liquide et l'ensemble de ses propriétés me le font considérer comme du *camphrène*, composé isomère de la phorone, d'après les travaux de Schwanert.

» 3. L'existence du camphrène, en tant que composé défini et distinct de

(¹) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Lille.

la phorone, a été mise en doute dans ces derniers temps. Il m'a paru, pour le moment, en dehors de mon sujet d'examiner si l'action de l'acide sulfurique sur le camphre donne naissance à un mélange ou à un corps unique. Je me suis borné à vérifier la formation d'un liquide bouillant à 230-235 degrés, liquide qui m'a en effet donné à l'analyse la composition de la phorone, mais qui ne peut être confondu avec elle, puisqu'il y a une différence de plus de 20 degrés dans les points d'ébullition. Ce liquide m'a présenté d'ailleurs les principales propriétés signalées par MM. Chautard et Schwanert, et, bien qu'on puisse faire quelques réserves sur sa pureté (et peut-être même sur sa véritable composition), les faits connus jusqu'à présent ne paraissent pas suffisants pour qu'on doive le considérer comme de la phorone impure [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la contractilité des capillaires sanguins.* Note de M. Ch. Rouget.

« J'ai communiqué, il y a cinq ans déjà, à l'Académie, les premiers résultats de mes observations sur la contractilité des vaisseaux de la membrane natatoire des têtards de Batraciens. Tous ces vaisseaux sont doués de contractilité, et ce n'est pas à l'endothélium, entièrement constitué par des cellules à protoplasma vacuolaire et sans enveloppe, comme je l'ai démontré, qu'ils doivent cette propriété, mais bien à un réseau de cellules contractiles ramifié dont j'avais antérieurement et pour la première fois constaté l'existence dans les capillaires de l'hyaloïde des grenouilles adultes.

» Si l'on soumet les têtards à l'action des agents anesthésiques, de manière à produire un commencement de syncope, on voit les vaisseaux qui émergent du tronc artériel caudal et jouent le rôle d'artères de distribution se contracter et se rétrécir au point que la lumière du vaisseau disparaît au niveau d'étranglements annulaires multiples, et surtout au voisinage de l'émergence du vaisseau. Les excitations locales, mécaniques, chimiques ou électriques, déterminent, sur ces mêmes vaisseaux, des étranglements annulaires au point excité; mais, en outre, une excitation de même genre portant sur la surface de section d'une queue coupée sur l'animal vivant, c'est-à-dire sur les troncs nerveux et les troncs vasculaires

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collége de France.

d'où émergent les ramifications de la membrane natatoire, est suivie immédiatement du retour du cours du sang, sous l'influence seule des contractions propres des vaisseaux, principalement des artérioles et de leurs branches de bifurcation dans le réseau capillaire; celles-ci, se resserrant lentement, mais énergiquement, impriment au sang un mouvement centripète dans tous les vaisseaux; ce mouvement peut durer cinq ou six minutes après la cessation de toute excitation et refoule tout le sang des capillaires dans les veines. Pendant la contraction même, on voit apparaître sur le bord des capillaires des crénelures qui correspondent à des bandes annulaires réfringentes portant çà et là, à d'assez grandes distances les uns des autres, des noyaux globuleux et saillants. Ces bandes et ces noyaux appartiennent à des cellules contractiles, à prolongements protoplasmatiques ramifiés, première forme embryonnaire des cellules musculaires fusiformes des vaisseaux qui en dérivent par segmentations successives.

» De récentes observations sur les vaisseaux de la membrane capsulo-pupillaire de mammifères nouveau-nés ou d'embryons de divers âges m'ont permis d'y constater les mêmes phénomènes de contractilité que ceux observés chez les larves de Batraciens et accompagnés également du retour de la circulation dans ces vaisseaux isolés du cœur, soit qu'ils fussent provoqués par des excitations mécaniques, soit qu'ils se montrassent au moment de l'apparition de la rigidité cadavérique. Là aussi la contractilité appartient en propre à des cellules protoplasmatiques ramifiées, entourant de leur réseau le tube endothélial. J'ai retrouvé la même structure dans les capillaires de l'épiploon, de jeunes mammifères et dans ceux de l'organe électrique de la torpille.

» Sans leur contractilité, les capillaires ne pourraient se vider du sang qu'ils renferment. Même chez les animaux tués par hémorrhagie, je les ai rencontrés souvent gorgés de sang immédiatement après la mort, lorsqu'ils ne se sont pas contractés au moment des convulsions ultimes de l'agonie et que la rigidité cadavérique ne s'y est pas encore développée. La contraction des petites artères, si complète qu'on la suppose, ne saurait, comme on l'a admis jusqu'à présent, vider les capillaires de leur contenu; elle ne peut que produire l'effet d'un robinet placé sur le trajet d'un tube traversé par un courant liquide. Le courant étant interrompu, le tube fût-il même élastique, la partie située au delà du robinet, soustraite à toute pression, ne se vide pas. Non-seulement un réseau capillaire soustrait par l'occlusion des petites artères à la pression du cœur ne se viderait pas, mais le sang y refluerait des veines; l'état absolument exsangue d'une partie vivante, telle

que la peau du visage sous l'influence d'une émotion morale, l'extrémité des membres soumis à un refroidissement continu, ne saurait s'expliquer que par la contraction propre des capillaires.

» En étudiant, en 1874, le développement des capillaires de la membrane capsulo-pupillaire des embryons de mammifères, j'avais décrit et figuré la tunique adventice de ces vaisseaux comme formée par des éléments cellulaires errants qui viennent se fixer à l'extérieur de l'endothélium, comme ils le font chez les têtards de Batraciens J'ai reconnu depuis que cette tunique adventice n'était autre chose que la tunique contractile elle-même. Si étrange que paraisse ce mode d'origine d'éléments musculaires, il a été confirmé récemment (en 1878) par le professeur Selenka, d'Erlangen, qui a vu et figuré chez les embryons d'*Holothuria tubulosa* la couche musculaire de l'intestin, se constituant par des cellules amiboïdes errantes, qui viennent s'appliquer successivement à l'extérieur de la muqueuse intestinale. Je me crois donc en droit de conclure que, chez tous les vertébrés, une même tunique contractile, modifiée seulement dans la forme de ses éléments, enveloppe tout le système des canaux vasculaires sanguins, y compris le cœur, jusqu'aux capillaires inclusivement, et que la contractilité, modifiée aussi dans le caractère de ses manifestations suivant les régions, est une propriété essentielle de toutes les parties du système vasculaire sanguin. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des sels de strychnine sur les Mollusques gastéropodes.* Note de M. E. HECKEL, présentée par M. Chatin.

« Les alcaloïdes présentent dans leur répartition entre les divers organes des végétaux des différences très-sensibles. Ils s'accumulent dans l'écorce et se localisent surtout dans l'ovaire et dans les graines. Les Acotylédones sont, comme les Gymnospermes, dépourvues d'alcalis organiques, et il faut arriver aux Monocotylées pour constater l'apparition de ces composés. C'est par leur action nocive sur les animaux qu'ils se caractérisent tout d'abord, et cette propriété va s'accroître dans les divers termes qui formeront la série progressive s'élevant des Dicotylédones apétales aux gamopétales, lesquelles forment incontestablement le couronnement de l'édifice végétal. Mais, à mesure que les termes de la série deviennent complexes par leur organisation, nous voyons les alcaloïdes y devenir plus fréquents et y être doués d'une action plus profonde sur les organismes supérieurs; il semble donc que le degré d'activité et de fréquence soit fonc-

tion de la supériorité organique. Ces propositions établies, on peut se demander si les alcalis organiques, outre le rôle nutritif qu'ils peuvent remplir dans la vie du végétal, ne sont pas appelés à défendre, par leur action nocive quelquefois foudroyante, la plante qui en est douée, contre la dent des animaux. La répartition, entre les membres et le tronc du végétal, viendrait à l'appui de cette manière de voir : ce sont, en effet, *généralement* les organes les plus importants pour la vie de la plante qui se trouvent le mieux protégés par ces poisons. Dans les feuilles, nous les trouvons en quantité moindre que dans l'écorce, probablement parce que cette dernière est plus importante pour l'ensemble du végétal. Enfin, si la graine est souvent le lieu d'accumulation de l'alcaloïde, c'est sans doute pour cette raison que, si l'écorce nourrit le végétal et le protége, elle n'est utile à l'individualié que dans l'espace, tandis que la graine est appelée à la conserver dans le temps. Un autre point qui paraît confirmer plus encore cette manière d'apprécier le rôle des alcaloïdes, c'est la différence bien connue qui existe entre le degré d'action des poisons végétaux sur les divers animaux. C'est ainsi que l'atropine, qui nuit à la plupart des Mammifères, reste sans action sur les Rongeurs et les Marsupiaux. Chaque végétal, si toxique soit-il, a ses parasites spéciaux insensibles au poison. Sans doute, on peut objecter que ces phénomènes peuvent être rangés dans la catégorie des faits d'*accoutumance*, mais cependant les chèvres ne sont pas nourries de *tabac* et elles ingèrent sans danger cette solanée; les lapins broutent normalement d'autres plantes que la *belladone* ou le *datura stramonium*, les rats n'ingèrent pas les semences de *jusquiame* et pourtant on sait qu'ils n'en souffrent pas quand on les alimente avec ces plantes toxiques. Dans ces conditions, il m'a paru qu'il y avait intérêt, au point de vue de l'étude de la corrélation des deux règnes, à rechercher le degré d'action des alcaloïdes les plus connus sur quelques termes choisis dans la série animale. J'avais d'autre part en vue, en instituant ces expériences, de répondre au *desideratum* exprimé par M. Chatin relativement à l'intérêt que présente la poursuite de l'action des alcaloïdes sur l'économie animale dans la série. C'est en partant de ces vues que j'ai été conduit à porter tout d'abord mes études sur le plus actif des alcaloïdes, *la strychnine et ses sels*, afin de mieux saisir après cette étude l'action des alcalis organiques plus faibles.

» Les sels employés ont été le sulfate et l'oxalate de strychnine, tous deux solubles dans l'eau. Les animaux mis en expérience sont les *Helix pomatia* L. et *aspersa* Müll., plus le *Zonites algirus* L. J'avais depuis longtemps observé

que l'*Helix aspersa* peut manger du papier strychnisé, et, en utilisant ce procédé, j'avais pu faire ingérer, sans constater rien d'anomal, $0^{gr},015$ de sulfate de strychnine à des *Helix aspersa* du poids de 5 grammes (coquille déduite) Cette façon de procéder ne me paraissant pas suffisamment rigoureuse, je crus devoir employer l'injection hypodermique (ainsi que l'avait fait M. Vulpian). Je pratiquai cette opération, en employant d'abord des solutions faibles d'oxalate de strychnine à $0^{gr},10$ pour 50 grammes d'eau distillée, puis des solutions plus concentrées de sulfate de strychnine (plus soluble que l'oxalate) à $0^{gr},10$ et $0^{gr},20$ pour 10. Je procédai progressivement en faisant intervenir un sujet nouveau à chaque accroissement de sel de strychnine et en prenant soin d'injecter comparativement une égale quantité d'eau distillée dans le même point du corps à un Mollusque témoin. Cette opération consiste à traverser tout le muscle du pied avec le trocart et à injecter un maximum de 25 gouttes dans le tissu sous-pédieux du Mollusque. Rien d'anomal n'a jamais été observé à la suite d'une injection d'eau distillée. Avec les doses de 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 9 milligrammes de sel toxique, je ne constatai rien chez les *Helix pomatia* et *Zonites algirus;* sur les *Helix aspersa,* émission d'une grande quantité de bave spumeuse. A partir de $0^{gr},01$, apparaît la bave dans les deux premiers et dans le dernier un mucus jaune verdâtre filant : l'animal qui se retire promptement dans sa coquille pendant la piqûre y demeure longtemps sans en sortir. Il y a évidemment un commencement d'action. A la dose de $0^{gr},02$ l'animal reste plusieurs jours dans sa coquille (de trois à six), mais il en sort néanmoins en bon état. Des irritations portées avec la pointe d'une aiguille sur le pied et le manteau pendant la période de retrait déterminent une vive réaction contractile, qui s'épuise du reste assez rapidement. A la dose de $0^{gr},025$, les *Helix aspersa,* du poids moyen de 6 à $6^{gr},70$ (coquille déduite), ont succombé en cinq à six minutes au milieu de convulsions. Après la mort, j'ai constaté un état de contracture des muscles très-accusé dans le pied et dans la partie céphalique, surtout où elle se traduisait par une saillie de la mâchoire cornée propre à ces animaux, laquelle à l'état normal reste recouverte par un repli de la peau : dans *deux* cas sur *huit* les organes copulateurs avaient fait saillie pendant les contractions. La défécation était très-abondante pendant les convulsions. Cet état de rigidité musculaire a subsisté jusqu'au moment où la putréfaction a commencé. Avec la même dose les *Zonites algirus* et les *Helix pomatia* ont parfaitement résisté. Ces animaux avaient un poids (net) de 8 grammes pour les *Zonites* et de $9^{gr},70$ pour les *Helix pomatia.* Après huit jours de retrait dans la coquille, ils

ont repris leur vie normale : la défécation a été assez abondante et je n'ai pu constater de trace de strychnine dans les fèces. A la dose de $0^{gr},045$, *Zonites* et *Helix pomatia* ont encore résisté.

» Je me propose d'opérer avec de l'*acétate de strychnine*, qui étant très-soluble permettra de diminuer la quantité du véhicule. En attendant que j'arrive à préciser la dose léthale de strychnine pour les deux espèces qui ont résisté, il m'est permis de conclure de ces expériences : 1° que les Mollusques gastéropodes jouissent d'une immunité remarquable en ce qui concerne les sels de strychnine; 2° que chez ces animaux, comme chez les Vertébrés sur lesquels on a expérimenté, le degré de nocivité de ce poison est en raison inverse du poids de l'animal; 3° que les phénomènes toxiques s'y manifestent de la même façon que chez les animaux supérieurs, en un mot que c'est un poison du système nerveux (tétanisant). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Haptophrya gigantea, *Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anoures d'Algérie.* Note de M. E. Maupas, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'intestin des Batraciens héberge tout un monde de parasites qui y vivent et s'y multiplient avec une abondance vraiment surprenante. Les micrographes surtout peuvent y faire les plus belles récoltes d'Infusoires et de Bactériens. J'ai souvent examiné à ce point de vue le contenu de l'intestin des *Bufo pantherinus, Discoglossus pictus* et *Rana esculenta* qui vivent dans les eaux des environs d'Alger. Je les ai toujours trouvés richement peuplés et ai pu reconnaître les espèces suivantes : *Nyctotherus cordiformis, Balantidium elongatum, Bal. entozoon, Opalina dimidiata, Op. intestinalis, Op. obtrigona, Op. ranarum.* Avec ces grands Infusoires ciliés grouillaient des myriades de Bodo, de Monades, d'Amibes, de Bacillus, de Vibrions et de Bactéries. Toutes ces espèces ont déjà été constatées en Europe; mais j'ai encore rencontré très-fréquemment dans l'intestin du Panthérin et du Discoglosse, moins souvent chez la Grenouille, une fort belle espèce d'Opaline, qui ne me paraît pas avoir été décrite et qui, par plusieurs détails fort curieux de son organisation, doit vivement intéresser les protozoologistes.

» Cette Opaline peut être considérée comme le géant des Infusoires, car j'ai mesuré des individus dont la longueur dépassait 1 millimètre. Le corps a une forme cylindro-conique fort allongée, allant en s'amincissant

d'avant en arrière. L'extrémité antérieure est assez fortement déprimée et s'élargit presque au double de la région postérieure, qui mesure de $\frac{80}{1000}$ à $\frac{90}{1000}$ de millimètre. Cette portion déprimée est occupée par une ventouse circulaire formée par retrait en dedans de la paroi d'une des larges faces, qu'on peut appeler *face ventrale*. Le fonctionnement de la ventouse est assuré par des cordons de sarcode qui partent de sa paroi interne et vont s'attacher à la paroi dorsale opposée. La concavité déterminée par la traction de ces cordons est, bien entendu, très-faible, mais cependant nettement visible avec le microscope. Cet animalcule se fixe aux objets à l'aide de cette ventouse. La surface du corps est couverte de rangées de cils très-rapprochées. On en compte quatre à cinq dans $\frac{1}{100}$ de millimètre, et dans la concavité de la ventouse elles sont moitié plus nombreuses. Les cils, dont la longueur est de $\frac{5}{1000}$ de millimetre, sont tres-serrés et au nombre d'environ treize à quatorze par centième de millimètre. Ces cils sont les uniques organes de locomotion de cet Infusoire, dont la marche n'est jamais bien rapide.

» Le tégument ou ectosarc a une épaisseur de $\frac{45}{1000}$ de millimètre et se compose de deux couches bien distinctes, une externe, dans laquelle on peut suivre le prolongement des cils sous forme de bâtonnets, et une interne, composée de sarcode transparent et absolument amorphe. Ce tégument est complétement dépourvu de contractilité propre, de sorte que l'animalcule ne peut modifier spontanément sa forme d'aucune façon; mais, en revanche, il jouit d'une grande élasticité qui permet au corps de reprendre de suite son contour normal modifié par un obstacle. L'endosarc est composé de sarcode clair et liquide, à la périphérie duquel existe une couche de grosses granulations opaques.

» Le nucléus est libre dans la cavité générale et, suivant les mouvements du corps, peut se déplacer d'une extrémité à l'autre. Sa forme est celle d'une navette ellipsoïdale très-allongée et assez plate. Il peut mesurer jusqu'à $\frac{185}{1000}$ de millimètre. Sa substance est composée d'une gangue opaque, légèrement jaunâtre, dans laquelle on voit de nombreux corpuscules sphériques d'apparence nucléolaire. Quand par l'écrasement du corps un nucléus frais est placé directement dans l'eau, sa substance se rétracte, et à la surface on voit apparaître une fine membrane amorphe, comme cela a lieu chez beaucoup d'autres Infusoires.

» Le corps est parcouru dans toute sa longueur par un long canal contractile attaché à la face dorsale et dont les pulsations, d'une systole à la suivante, durent un peu plus d'une minute. Ce canal n'est pas rectiligne,

mais décrit de nombreuses sinuosités disposées sans régularité. Son diamètre, à l'état de diastole, est de $\frac{18}{1000}$ de millimètre. Il est pourvu de parois propres, et constitue ainsi un véritable vaisseau. Par ce caractère, il diffère des vacuoles contractiles des autres Infusoires, qui ne sont que des cavités temporaires creusées dans l'endosarc. La paroi du vaisseau, déjà visible sur les animaux vivants, devient encore plus apparente avec les réactifs coagulants. Ce vaisseau, en outre, est muni d'orifices qui traversent le tégument et s'ouvrent, à l'extérieur, sous forme de pores très-nettement visibles, au milieu des rangées de cils. Ces pores mettent le vaisseau en communication avec l'extérieur et servent à la sortie du liquide intérieur au moment de la systole, et très-probablement à l'entrée du liquide extérieur pendant la diastole. Ces pores, au nombre de sept à huit chez les grands individus, sont placés exactement sur une ligne droite et espacés irrégulièrement sur le parcours du vaisseau. Ils ont une forme ovale mesurant $\frac{3}{1000}$ de millimètre en longueur.

» Cet Infusoire se multiplie en se divisant transversalement en segments. La segmentation est d'abord indiquée au milieu de la longueur du corps par une bande claire dans l'endosarc. Le nucléus se divise en deux, un étranglement resserre le corps au point de segmentation et le vaisseau se coupe en deux. Les deux segments restent soudés l'un à l'autre. La même opération se répète une première fois par le milieu de chacun d'eux, en sorte que l'on voit d'abord quatre segments soudés les uns aux autres; puis une seconde fois par le milieu de ces quatre nouveaux segments, et le corps se trouve coupé en huit segments encore attachés les uns aux autres, et rappelant tout à fait, par leur aspect extérieur et leur disposition, les zoonites des Ténias. Ces segments se détachent alors les uns des autres, et l'on en trouve toujours beaucoup d'isolés dans le rectum des hôtes de cet Infusoire.

» Ce bel Infusoire ressemble beaucoup à l'Opaline trouvée par de Siebold chez *Planaria torva*, et figurée par Max Schultze sous le nom d'*Opalina polymorpha*. Si nous adoptons les divisions génériques établies dans la famille des Opalines par Stein, elle devra se ranger, à côté de cette dernière, dans le genre *Haptophrya*, et, en raison de sa grande taille, je l'appelle *H. gigantea*. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction artificielle du fer carburé natif du Groënland*. Note de M. S. Meunier.

« J'ai insisté, dans une récente Communication, sur la ressemblance que les grains métalliques des basaltes sporadosidères du Groënland présentent avec les grenailles des météorites : cette ressemblance réside dans les caractères de forme et de situation par rapport aux éléments lithoïdes de la roche, et elle suffit à montrer que c'est à la voie de concrétion et non à la voie de fusion que les grains en question doivent leur origine.

» Mais cette analogie intime ne doit pas faire oublier une différence profonde au point de vue chimique. Le métal terrestre, nickelifère comme le métal cosmique, se distingue de lui, ainsi que M. Lawrence Smith et d'autres chimistes l'ont montré, par la forte proportion de carbone qu'il renferme à l'état de combinaison, de telle sorte qu'on peut le considérer comme une véritable fonte naturelle. Ce fait intéressant avait depuis longtemps été signalé par M. Shepard a propos du fer de Niakornak, qui, classé d'abord avec les météorites, appartient réellement à notre globe.

» De semblables particularités de constitution tenant nécessairement aux conditions mêmes dans lesquelles la concrétion métallique s'est opérée, j'ai cherché à produire artificiellement un métal qui, pour la composition aussi bien que pour la forme extérieure et la texture interne, fût semblable à la fonte native d'Ovifak et de Waigat.

» J'ai été dirigé dans la disposition des expériences par les considérations déjà développées à propos de la synthèse des fers météoriques, et spécialement par cette remarque que, si le fer groënlandais est aussi riche au moins en chlore que les holosidères, cependant la chaleur rouge n'en chasse pas d'hydrogène comme elle en extrait de ceux-ci, mais un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone où ce dernier gaz prédomine beaucoup. C'est donc à l'oxyde de carbone qu'il fallait avoir recours pour réduire le mélange de protochlorure de fer et de chlorure de nickel placé, comme lors des expériences antérieures, dans un tube de porcelaine où les fragments de roche avaient été préalablement disposés.

» Par ce mode opératoire un métal a été produit, dans lequel il a été facile de reconnaître la présence d'une grande quantité de carbone combiné : c'est donc un fer carburé ou une fonte. Celle-ci, riche en nickel, s'est présentée sous les formes obtenues pour les alliages déjà étudiés, c'est à-dire en filaments placés entre les fragments rocheux et les cimentant entre

eux, en grenailles dans les interstices des pierres, en végétations ramuleuses, en enduits continus sur tous les corps placés dans le tube et sur la paroi interne de celui-ci, enfin en petits boutons grossièrement sphéroïdaux dont l'examen paraît spécialement intéressant.

» En effet, outre que pour la forme générale ces boutons rappellent, à une échelle presque microscopique, les gros blocs recueillis à Disco par M. Nordenskïold, on y reconnaît une structure vermiculée, due à l'alternance des particules métalliques et de particules charbonneuses, et qui, singulièrement analogue à celle de la grande plaque de fer d'Ovifak polie que l'on peut voir dans la galerie de Géologie du Muséum, est tout à fait différente de celle de toutes les holosidères connues. »

M. P. Mansion adresse, par l'entremise de M. Hermite, une Note intitulée: « Sur certaines fonctions alternées des racines d'une équation algébrique ».

M. Clamond adresse à l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, une Note intitulée : « Sur une nouvelle pile thermo-électrique. »

M. C. Husson adresse une Note sur les substances servant à teindre le thé. L'auteur a trouvé que les thés, d'origine asiatique, sur lesquels ont porté ses essais, étaient colorés par un mélange de curcuma, de plombagine et de bleu de Prusse. D'autres thés, d'origine suspecte, étaient teints au campêche ou au curcuma.

M. A. Bernard demande l'ouverture de deux plis cachetés, déposés par lui le 20 mai 1878 et le 21 avril 1879, et inscrits sous les nos 3201 et 3309.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contiennent une Note sur la direction des ballons et la description d'un appareil que l'auteur propose d'appliquer à la mesure de la vitesse des aérostats.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 avril 1879.

Recueil de Mémoires, Rapports et Documents relatifs à l'observation du passage de Vénus. Mesures des épreuves photographiques; fascicule B, comprenant le *Résumé des études et des mesures exécutées avec la machine n° 1, par* M. A. Cornu, Paris. Gauthier-Villars, 1879; in-4°. (Extrait du Tome III du Recueil.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; n°s 101 à 115, du 11 au 25 avril 1879. Paris, 1879; 15 livr. in-4° autogr.

Compression et immobilisation méthodiques par l'air ou par l'eau; par M. le Dr Chassagny. Paris, G. Masson, 1877; br. in-8°.

Phlegmons du sein; compression méthodique appliquée sans cesser l'allaitement; guérison sans suppuration; par MM. Clooten et Chassagny. Lyon, Assoc. typogr., C. Riotor, sans date; br. in-8°.

Traitement des grandes inflammations par la compression et l'irrigation continue; par M. le Dr Chassagny. Lyon, Assoc. typogr., C. Riotor, 1878; in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont adressés à la Commission des prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1878, n° 3, Moscou, A. Lang, 1878; in 8°

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du Prof. Dr Th. Bredichin; vol. V, 1re livr. Moscou, A. Lang, 1878; in-4°.

Rapport sur la question 19 *du Programme pour le Congrès météorologique de Rome; par* M. J. Violle. Utrecht, Kemink et fils, 1879; in-folio.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; t. XXII, 1878. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1878; in-8°

Seiche occasionnée par le cyclone du 20 février 1879; par M. Ph. Plantamour. Genève, 1879; br. in-8°. (Extrait de la *Bibliothèque universelle.*)

Prehistoric times as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages; by sir John LUBBOCK. London, F. Norgate, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Verslagen en mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen afdeeling Natuurkunde. Tweede XII-XIII. Amsterdam, Van der Post, 1878; 2 vol. in-8°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen; XVIII deel. Amsterdam, Van der Post, 1879; in-4°.

Jaarbock van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen gevestigd te Amsterdam voor 1877. Amsterdam, Van der Post, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 MAI 1879.

Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris adressé au Conseil par M. le contre-amiral MOUCHEZ, *directeur de l'Observatoire* (janvier 1879). Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-4°.

Léon Foucault, sa vie et son œuvre scientifique; par M. PH. GILBERT. Bruxelles, A. Vromant, 1879; in-8°. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques.*)

Théorie des quantités négatives; par M. P. DE CAMPOU. Paris, Gauthier-Villars, 1879; br. in-8°.

Traité de Cristallographie géométrique et physique; par M. E. MALLARD. T. I. Paris, Dunod, 1879; 1 vol in-8°, avec Atlas in-4°.

Traité de Géométrie; par MM. E. ROUCHÉ et CH. DE COMBEROUSSE. Paris, Gauthier-Villars, 1879; 1 vol. in-8°.

Problèmes de la climatologie du Caucase; par M. B. STATKOWSKI. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Recherches sur les lésions du système nerveux dans la paralysie ascendante aiguë; par M. le Dr J. DEJÉRINE. Paris, aux bureaux du *Progrès médical*, V. A. Delahaye, 1879; in-8°.

Sur l'existence de lésions des racines antérieures dans la paralysie ascendante aiguë; par M. J. DEJÉRINE. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Sur l'existence d'un tremblement réflexe dans le membre non paralysé, chez

certains hémiplégiques; par M. J. DEJÉRINE. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Connais-toi toi-même. Notions de Physiologie; par M. L. FIGUIER. Paris, Hachette et Cie, 1879; in-8°.

(Ces quatre derniers Ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Les peuples de la Sénégambie; par M. L.-J.-B. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, E. Leroux, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bulletin mensuel de l'Observatoire magnétique et météorologique de Zi-ka-wei, près Chang-haï (Chine). T. IV, pages 165 à 187. Zi-ka-wei, 1878; in-4°.

La théorie des soudures en Botanique; par M. D. CLOS. Toulouse, impr. Douladoure, 1879; in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X, Part 10-11. London, 1879; 2 livr. in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1878; Part. IV. London, 1879; in-8°.

Ueber die Productivität und die geotektonischen Verhältnisse der Kaspischen Naphtaregion; von H. ABICH. Wien, 1879, br. in-8. (Présenté par M. Daubrée.)

Profili di una storia degli scrittori e artisti trentini, raccolti e compilati da Fr. AMBROSI. Borgo, tipogr. Marchetto, 1879; in-8°. (Deux exemplaires.)

Intorno a due Lettere del Lagrange, pubblicate da B. BONCOMPAGNI. Torino, Stamp. reale, 1879; in-8°.

N. PINI, *Nuove specie o forme poco note di Molluschi.* Milano, tipogr. Bernardoni, 1879; in-8°.

Alcuni cenni sopra un nuovo processo industriale d'estrazione della materia colorante dalle vinaccie, del Dr A. CARPENÈ. Conegliano, tipogr. Cagnani, 1879; in-8°.

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani; disp. 3^a, m arzo 1879. Palermo, tipogr. Lao, 1879; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De la vision des couleurs, et particulièrement de l'influence exercée sur la vision d'objets colorés qui se meuvent circulairement quand on les observe comparativement avec des corps en repos identiques aux premiers.* Troisième extrait de l'Opuscule de M. E. Chevreul.

« Les Communications que j'ai faites à l'Académie sous le titre de *Recherches complémentaires* de mes études *sur la vision des couleurs* sont au nombre de deux Extraits et une Note (1). Elles m'ont donné l'occasion de découvrir un nouveau *contraste*, le *contraste rotatif*, qui m'a permis d'observer la vision des couleurs en mouvement, et non plus en repos, comme je l'avais fait antérieurement sous le rapport du *contraste successif*, du *contraste mixte*, du *contraste simultané des couleurs* et du *contraste simultané de tons*.

» Qu'est donc le *contraste rotatif?* Un fait absolument imprévu, mais si intimement lié avec le *contraste successif* et le *contraste mixte*, qu'une fois constaté, le *contraste rotatif* s'est trouvé expliqué par les formules des deux premiers.

» Trois expériences fondamentales mettent le *contraste rotatif* en évidence.

(1) 7 d'avril 1876.

» Premiere expérience. — Un cercle de carton de 10 centimètres de diamètre a une de ses moitiés *diamétrales* teinte d'une couleur *a*; on le met en mouvement rotatif avec une toupie d'Allemagne : il présente une teinte uniforme de rose, résultant du mélange du rouge avec le blanc. L'intensité de la couleur rose diminue avec la vitesse; alors un phénomène tout différent commence : l'uniformité de la teinte du cercle n'existe plus, et donne naissance à un spectacle remarquable par la variété incessante des couleurs et de leurs nuances. Le mouvement convenablement ralenti, les couleurs apparaissent séparées et le spectacle final est un véritable contraste simultané de couleurs. Une moitié du carton est colorée par *a*, et la couleur *c*, sa complémentaire, apparaît sur la moitié blanche du cercle : telles sont les circonstances remarquables du *contraste rotatif*. En définitive, une couleur *a* en mouvement sur la moitié d'un cercle donne lieu à la manifestation de la couleur *c*, sa complémentaire, sur la moitié blanche du carton.

» Deuxième expérience. — Un carton de même grandeur que le précédent est teinté à moitié de la couleur *a*, mais celle-ci est disposée au centre du carton et la moitié blanche borde le cercle central rouge, mis en mouvement par une toupie d'Allemagne identique à la précédente; la couleur *a* affecte la vue comme si elle était en repos et le blanc n'a qu'une teinte verdâtre des plus faibles, comme si elle était en repos.

» Cette expérience est surtout intéressante si on la répète comparativement avec la précédente, parce qu'elle *prouve* que le *contraste rotatif* ne développe la complémentaire *c* de *a* qu'à la condition que la partie de la rétine aura perçu préalablement la couleur *a*.

» Troisième expérience. — Beaucoup d'expériences prouvent que le *noir matériel* réfléchit de la lumière blanche, et j'ajoute avec preuve expérimentale que c'est grâce à elle qu'il est soumis au *contraste simultané des couleurs;* que c'est grâce à cette lumière blanche qu'il est susceptible d'agir sur les matières dites *sensibles* en Photographie. J'ai donc eu parfaitement raison de distinguer du *noir matériel* le noir *absolu* qui ne réfléchit pas de lumière blanche : tel est le *trou*, par exemple, que Niepce de Saint-Victor, à ma demande, a prouvé ne pouvoir être *photographié*.

» Enfin il suffit de coller deux cercles de papier noir et de papier gris, de 3 centimètres de diamètre, sur un carton blanc et sur un carton vert, et de pratiquer un trou circulaire de même diamètre, correspondant à un cône creux de carton, dont la paroi interne est noircie, pour avoir un double appareil propre à mettre en évidence les faits suivants.

» *Carton blanc*. — Le ton du *noir absolu* présenté par le cône creux tranchant fortement par l'intensité, sur le cercle de papier noir.

» *Carton vert*. — Même différence entre le noir *absolu* et le noir matériel, avec la différence que le noir *matériel*, par le fait du contraste simultané, paraît rougeâtre et le cercle gris d'un rose violacé, en raison de la même cause.

» Le *contraste rotatif* que présente en mouvement un cercle de carton, depuis 10 centimètres de diamètre jusqu'à 40 centimètres, se compose de trois phases bien caractérisées par les phénomènes qu'il manifeste aux yeux.

» *Première phase* (celle du *mélange*). — L'œil ne perçoit qu'une teinte unique, laquelle peut descendre au ton 1 des gammes et même au-dessous.

» *Deuxième phase* (celle de la *mélodie*). — Malgré mon éloignement de créer des mots ou d'en employer d'anciens avec un sens qu'ils n'ont pas généralement, après bien des réflexions, ce mot est justifié par un spectacle que j'étais loin de prévoir avant mes recherches sur la vision des couleurs en mouvement; la durée de cette phase est celle de couleurs contiguës les unes aux autres, présentant les phénomènes les plus variés, sans que les parties colorées se séparent les unes des autres. C'est surtout avec un cercle de 36 à 40 centimètres de diamètre que le spectacle se manifeste dans toute sa beauté.

» *Troisième phase*. — C'est la dernière. Les couleurs sont séparées, et se trouvent dans le cas de contraster entre elles.

» Cette phase se manifeste principalement lorsque les tours du cercle sont au plus de 160 et au moins de 60 à la minute.

» J'aurais désiré de fixer le mouvement où les phénomènes de la première phase et ceux de la deuxième se manifestent; mais jusqu'ici les ressources dont je dispose aux Gobelins ne me l'ont pas permis. Cependant j'ai l'espérance que, grâce à M. Breguet fils, je parviendrai à caractériser les vitesses correspondantes à la phase du mélange intime et à celle de la mélodie.

HISTOIRE DU CONTRASTE ROTATIF AU POINT DE VUE THÉORIQUE.

» Si, comme je l'ai dit, personne n'était moins préparé que moi, par mes études sur la vision des couleurs en repos, à prévoir l'effet du *contraste des couleurs* qui se manifeste dans la troisième phase du mouvement rotatoire, une fois le fait *observé*, personne n'était mieux préparé que moi à en admettre non-seulement l'existence, mais encore à l'expliquer.

» Le développement de la complémentaire *c* d'une couleur *a*, le résultat si singulier du développement de l'orangé par le mouvement du *noir matériel*, en un mot, le développement de toutes les complémentaires obtenues

conformément à ce que j'avais admis dans mon livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs,* démontre si parfaitement l'importance de cette corrélation des couleurs observées en mouvement circulaire, qu'il n'est donné à personne aujourd'hui de la méconnaître. Mais plus cette importance est grande à mon sens, plus elle se rattache étroitement à la méthode *a posteriori* expérimentale et plus elle exige de sévérité de la part de l'expérimentateur qui veut l'établir comme *vérité*.

» Ces réflexions étaient nécessaires pour justifier les sept figures jointes à l'Opuscule, et qui ont été exécutées par M. Lemercier; je les place sous les yeux de l'Académie comme l'expression visible de la succession de mes idées.

» Mon point de départ est la *fig.* 1, représentant un cercle d'un diamètre de 25 centimètres; une moitié diamétrale est *verte* et l'autre *blanche*.

» La *fig.* 2 ne diffère de la première que par la couleur, réduite à une zone demi-circulaire de 3 centimètres de largeur.

» La *fig.* 3 représente la zone demi-circulaire verte circonscrite par deux lignes noires, laquelle zone est en communication avec une zone égale de 3 centimètres de largeur, blanche, pareillement circonscrite par deux lignes noires; c'est dans l'intérieur que la couleur rose *c* complémentaire se développe. Comme l'observation le démontre, l'idée était juste de circonscrire par des lignes noires le lieu du phénomène offrant une couronne bicolore.

» La *fig.* 4 diffère des *fig.* 2 et 3 en ce que le fond en est gris. Une zone demi-circulaire de papier vert est collée sur le fond gris et cette zone est en contiguïté avec une zone de papier blanc sur lequel doit se développer la zone rose. Cette disposition prouve donc que la figure ne réfléchit de la lumière blanche que là où le rose doit apparaître, et l'effet expérimental est celui qu'on avait présumé.

» La *fig.* 5 présente un fragment de la grandeur même du cercle, mais le fond, au lieu d'être *blanc,* est *gris,* et la partie blanche sur laquelle la *rose* doit apparaître est la seule du cercle qui réfléchisse de la lumière blanche.

» La *fig.* 6 est en tout semblable à la précédente; mais mettez-la en mouvement horizontal, approchez-en de quelques centimètres un écran, qui permet de voir successivement par une ouverture curviligne, que limitent des cordes de 5 centimètres, un fragment de zone *verte,* puis un fragment de zone blanche qui paraît *rose,* et l'on en déduira la conséquence que c'est bien la lumière blanche qui est la cause du *rose;* et la certitude est parfaite, en faisant tourner sur un même axe un cercle (*fig.* 1) dont une moitié

diamétrale est *verte* et l'autre blanche, pour que celle-ci paraisse *rose* par le mouvement : un cercle blanc placé sous *a*, et le dépassant de 3 centimètres, ne présente du *rose* dans aucune de ses parties. La couleur rose ne frappe donc la rétine que sur la partie qui a vu du vert dans un premier temps.

» *Contraste rotatif.* — Découvert et défini en 1878, je le formule dans les termes suivants :

» Un cercle de carton, dont une moitié diamétrale est teintée d'une couleur A, mis en mouvement rotatif de manière à faire au plus 160 et au moins 60 tours à la minute, présente sur la moitié blanche la couleur complémentaire de A.

» S'il est naturel que l'œil ne puisse voir à la fois sur une même surface de *couleur* A sa *complémentaire c*, l'expérience apprend que, dans un second temps où il n'a pas vu *c*, il est préparé par là même de la vue de A à voir *c*, sa complémentaire. Telle est la raison pour laquelle, dès que la rétine a cessé de voir A, elle aperçoit la complémentaire *c*. Et comment se fait cette vision? Elle est opérée par la lumière blanche agissant indépendamment de ses rayons rouges vus en un premier temps.

» Ce fait est-il anormal ? Non : s'il n'a pas été prévu, il s'explique par le *contraste successif* dont j'ai donné la définition et la *loi*, en citant les belles expériences du P. Scherffer, qui prouva, onze ans après Buffon, que les couleurs d'un objet vues dans un premier temps se reproduisaient dans un second temps sur la rétine, mais disposées dans un ordre inverse, lorsqu'on jetait les yeux sur un plan dont la blancheur était convenablement affaiblie.

» Le contraste successif observé sur des couleurs en repos et la vue jetée ensuite sur un plan fixe *avait lieu en deux temps.*

» En quoi le *contraste rotatif* diffère-t-il du contraste successif tel que je viens d'en parler ? C'est que, composé essentiellement de deux temps, vous l'observez *n fois* pendant toute la durée du mouvement du cercle.

» Le *contraste mixte,* que j'ai distingué et défini dans mon livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs,* fut découvert par l'expérience suivante : mon œil droit, après avoir été fixé plusieurs secondes sur une feuille de papier *vert,* se porta dans le temps suivant sur une feuille de papier *bleu,* et il la vit *violette :* c'est-à-dire que le *rouge* complémentaire *c* du *vert,* vu dans un premier temps, plus la couleur *bleue,* vue dans le second temps, donnèrent une résultante *violette.* L'expérience fut confirmée par le fait qu'en ouvrant l'œil gauche qui n'avait pas vu le *vert* dans un premier temps, et le portant sur le papier *bleu,* il le vit de cette couleur, à savoir de la couleur qui lui était propre.

» Actuellement, ajoutons qu'en prenant des cercles présentant, sur une de leurs moitiés, des couleurs binaires plus élevées de quelques tons que des couleurs simples dont vous recouvrez l'autre moitié du cercle, vous aurez par la rotation deux *couleurs binaires;* la première couleur binaire, par le mouvement, développera une couleur simple, sa complémentaire, qui, en se mêlant à la couleur simple du cercle, donnera naissance à une seconde couleur binaire.

» Si je reconnais le premier que le *contraste rotatif* ne s'applique pas d'une manière immédiate aussi clairement aux *contrastes simultanés de couleurs et de tons* qu'au *contraste successif et au contraste mixte,* je ne puis fermer les yeux sur le jour qu'apporte l'étude du contraste rotatif, eu égard aux *contrastes simultanés des couleurs et de tons,* quand on considère le principe du contraste des couleurs du point le plus élevé : puisque, en définitive, la vue des couleurs juxtaposées en repos, conformément au contraste simultané, perdent ce qu'elles ont d'identique, et le mouvement rotatif d'un carton dont une moitié diamétrale est teinte d'une couleur *a* détermine l'œil à voir le contraire de cette couleur, c'est-à-dire, sa complémentaire *c*, sur une partie blanche, dès qu'il a cessé de voir la couleur *a*.

Principe général du contraste simultané des couleurs.

Fig. 1.

Zone 1'.	Zone 1.	Zone 2.	Zone 2'.
A lumière blanche	A fraction de lumière blanche $b+c'$.	B fraction de lumière blanche $a+c$.	B lumière blanche

» Le *contraste simultané des couleurs* est représenté par une formule bien simple, que j'ai donnée il y a plus de cinquante ans ; je la reproduis pour en expliquer toute l'importance (voir *fig.* 1, *Contraste simultané des couleurs*). Fixez votre attention sur la zone 1' et la zone 2', sans prendre en considération les zones 1 et 2, qui sont juxtaposées.

» La zone 1' est de couleur A ; elle réfléchit de la lumière blanche. Prenons une fraction de cette lumière blanche et représentons-la par une petite quantité de couleur *b* (de la zone 2') + *c'* sa complémentaire.

» De même pour la zone 2', qui est de couleur B; elle réfléchit de la lumière blanche. Prenons une fraction de cette lumière blanche, et repré-

sentons-nous-la par une petite quantité de couleur a (de la zone 1′) + c sa complémentaire.

» Tant que les zones 1′ et 2′ sont vues à distance l'une de l'autre, elles ne nous frappent que par leurs couleurs A et B, plus la lumière blanche qu'elles réfléchissent avec les couleurs qui leur sont propres. Les fractions de lumière blanche représentées par $b + c'$ pour la zone 1′ et par $a + c$ pour la zone 2′ agissent toutes les deux comme lumières blanches.

» Prenons maintenant une zone 1 identique à la zone 1′ et une zone 2 identique à la zone 2′. Juxtaposons-les comme elles le sont dans la *fig.* 1, et dès lors elles présenteront le phénomène du *contraste simultané des couleurs*, en perdant de ce qu'elles ont d'identique.

» La zone 1 va perdre b, identique à la couleur B de la zone 2.

» La zone 2 va perdre a, identique à la couleur A de la zone 1.

» Conséquemment, elles s'éloignent l'une de l'autre, et c'est là le *contraste*.

» Notons qu'il peut s'énoncer par deux expressions équivalentes; elles semblent perdre ce qu'elles ont d'identique, ou la modification semble produite comme si la complémentaire de l'une des zones s'ajoutait à l'autre.

» Effectivement, effacez b de la zone 1, il reste c' complémentaire de la zone 2; effacez a de la zone 2, il reste c complémentaire de la zone 1.

» Après le contraste, la couleur de la zone 1 $=$ A + c' et de la lumière blanche; la couleur de la zone 2 $=$ B + c et de la lumière blanche.

» Si je ne prétends pas expliquer la *cause* en vertu de laquelle des couleurs juxtaposées, au lieu de se mêler conformément au principe du mélange des couleurs, d'après lequel le rouge et le jaune font de l'orangé, le jaune et le bleu font du vert, et le bleu et le rouge font du violet, je me rends compte du *contraste simultané des couleurs* conformément au *principe* du *contraste rotatif* pris comme *fait général*.

» *En vertu de ce fait*, ce qu'il y a d'identique dans chacune des couleurs juxtaposées, savoir, dans la zone 1 la couleur b de la fraction de la lumière blanche, dans la zone 2 la couleur a de la fraction de la lumière blanche, cesse d'être perçu par la rétine. Conséquemment, la couleur sensible de la zone 1 est représentée par A + c'; la couleur sensible de la zone 2 est représentée par B + c.

» C'est donc ainsi que je conçois un *contraste mixte double* sur chacune des zones, puisque, après la juxtaposition, la couleur de la zone 1 est A + c' et la couleur de la zone 2 est B + c.

» Pour rendre la manière dont je me représente le *contraste simultané des couleurs* plus facile à concevoir, je vais appliquer mon explication : 1° au cas où deux couleurs mutuellement complémentaires, le *rouge* et le *vert*, sont juxtaposées; 2° au cas où les deux couleurs ne sont pas mutuellement complémentaires, le *rouge* et le *jaune*.

PREMIER CAS. — COULEURS MUTUELLEMENT COMPLÉMENTAIRES : ROUGE ET VERT.

» La *fig.* 2 montre le rouge et le vert juxtaposés.

Contraste de couleurs complémentaires.

Fig. 2.

Zone 1'.	Zone 1.	Zone 2.	Zone 2'.
A rouge lumière blanche	A rouge fraction de lumière blanche vert + rouge.	B vert fraction de lumière blanche vert + rouge.	B vert lumière blanche

» La zone 1 est le rouge, la zone 2 est le vert. La fraction de la lumière blanche de la zone 1 est *b* le *vert* et *c'* le *rouge*; la fraction de la lumière blanche de la zone 2 est *a* le *rouge* et *c* le *vert*.

» En vertu de la *cause* encore inconnue du *contraste* des couleurs, la zone 1, de couleur *rouge*, ne peut envoyer des rayons *verts* à l'œil en même temps que les rayons *rouges* qu'elle réfléchit, par la raison que ces rayons, mutuellement complémentaires, produisent du blanc. Par la même raison, la zone 2, de couleur *verte*, ne peut envoyer à l'œil des rayons *rouges*.

» Conséquemment, *conformément au principe du contraste rotatif*, la rétine qui voit la zone 1 ne pouvant percevoir le *vert* de la fraction de la lumière blanche représentée par *b* (*vert*) + *c'* (*rouge*), ce *rouge*, s'ajoutant à la couleur *rouge* A de la zone, en renforce le ton.

» De même pour la rétine qui voit la zone 2; ne pouvant percevoir le *rouge* de la fraction de la lumière blanche représentée par *a* (*rouge*) + *c* (*vert*), ce *vert* s'ajoutant à la couleur *verte* B de la zone, en renforce le ton.

DEUXIÈME CAS. — COULEURS JUXTAPOSÉES NON COMPLÉMENTAIRES.

Contraste de couleurs non complémentaires.

Fig. 3.

Zone 1'.	Zone 1.	Zone 2.	Zone 2'.
A rouge lumière blanche	A rouge fraction de lumière blanche jaune + violet	B jaune fraction de lumière blanche vert + rouge.	B jaune lumière blanche

» En vertu du *contraste*, la partie qui voit la zone *rouge*, la *rétine* cessant d'être affectée par le *jaune* de la lumière blanche que réfléchit la zone *rouge*, l'est par le *violet* de cette lumière blanche; de même, la partie qui voit la zone *jaune*, cessant d'être affectée par le *rouge* de la lumière blanche que réfléchit la zone *jaune*, l'est par le *vert* de cette lumière blanche.

» En définitive, conformément à la loi du *contraste simultané des couleurs*, la couleur de la zone *rouge* est représentée par la couleur rouge A + la complémentaire *violette* de la zone *jaune;* de même, la couleur de la zone *jaune* est représentée par la couleur jaune B + la complémentaire *verte* de la zone *rouge*.

» Et pourquoi, pourra-t-on demander, la zone rouge ne prend-elle pas le *jaune* de la zone *jaune?* et pourquoi la zone *jaune* ne prend-elle pas le *rouge* de la zone rouge?

» La raison en est simple : c'est que, si ce que l'on demande existait, le *contraste* n'existerait pas, ce serait le contraire, c'est-à-dire le *principe du mélange*.

» C'est la démonstration de la *vérité* par le *contraire de la vérité*, autrement dit par l'*absurde*.

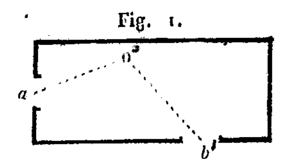
EXPLICATION DES OMBRES COLORÉES.

» Lorsque, au soleil levant, des corps opaques en reçoivent directement la lumière orangée, les ombres qu'ils projettent paraissent *bleues*, parce que, d'après une opinion attribuée à Bouguer, ces ombres réfléchissent l'*azur* du ciel. Mais, pour être vrai, M. de la Gournerie, qui a si bien étudié les écrits de l'astronome français, n'a rien trouvé qui justifiât que cette opinion fut la sienne. Quel qu'en soit l'auteur, elle n'est pas l'expression de la vérité, ainsi que le démontrent les expériences exposées dans le livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs*.

» Je résume mes expériences :

» Dans une chambre dont une fenêtre *a* s'ouvre au midi et une seconde *b* à l'est, est un buste de plâtre blanc O, placé de manière à recevoir directement sur une de ses parties la lumière de *a*. Supposons la fenêtre *b* fermée par des volets intérieurs; dans cette condition, la partie du buste O

Fig. 1.



qui n'est pas frappée par la lumière directe de *a* est ombrée, car elle ne reçoit que la lumière réfléchie par les parois de la chambre et les objets qui s'y trouvent placés de manière à rayonner vers le buste.

» Mettez un tissu coloré, ou un verre coloré, ou encore un grand rouleau de gélatine colorée, par exemple en orangé, et supposons la fenêtre *b* fermée par ses volets, le buste paraîtra orangé dans sa partie frappée par la lumière directe, et le reste sera ombré par la lumière qui le frappe indirectement et qui est très-pâle.

» Ouvrez maintenant les volets de la fenêtre *b*, et la partie ombrée paraîtra *bleue*, couleur complémentaire de l'*orangé*. Et la preuve que l'azur du ciel n'est pour rien dans la coloration bleue des ombres, c'est que l'expérience réussit parfaitement lorsque le temps est couvert.

» Mais je ne m'en suis pas tenu à cette expérience. En remplaçant le rouleau de gélatine orangée par des rouleaux de toute autre couleur, les ombres éclairées par la lumière blanche du dehors ont constamment apparu de la couleur complémentaire de la lumière colorée encore transmise par la fenêtre *a*.

» Ainsi les ombres étaient *roses* lorsque la lumière était *verte;*

» Elles étaient *vertes* quand la lumière était *rose;*

» Elles étaient *violettes* quand la lumière était *jaune;*

» Elles étaient *jaunes* quand la lumière était *violette;* etc., etc.

» En résumé, la lumière blanche agit conformément à la loi du *contraste simultané des couleurs*. La *partie ombrée* du buste peut être assimilée à du *gris;* dès lors, quand il est juxtaposé, s'il n'est pas circonscrit par de la lumière colorée, le *gris* doit apparaître de la *couleur complémentaire de la lumière colorée :* car, d'après tout ce que j'ai dit des contrastes, la *lumière blanche* ne pouvant agir sur la rétine par la lumière colorée identique à celle qui frappe directement le *buste* et tous les objets de la chambre où il se trouve, elle agit par la complémentaire *c* de la lumière colorée *a*.

» Aujourd'hui il est facile d'expliquer comment on a avancé en *principe* une proposition qui n'est pas exacte, en disant qu'une *couleur a* avait pour ombre sa *complémentaire c*.

» On peut avoir été trompé par la vue d'un objet qui, étant éclairé à l'insu du spectateur par une lumière colorée, recevait la lumière du jour sur sa partie ombrée.

» J'aurais d'autres exemples à citer; mais, voulant être bref, je me borne à cette citation, en ajoutant, avec l'intention de prévenir l'erreur, qu'il est un mode de peindre qui pourrait faire croire à l'exactitude de l'opinion que nous combattons : c'est le procédé d'ombrer les *couleurs franches en peinture avec leurs complémentaires;* on peut obtenir ainsi des effets remarquables. Par exemple, rien n'est plus harmonieux que d'ombrer *le jaune avec le violet, sa complémentaire*. On évite ainsi les *ombres verdâtres*, que l'on obtient surtout, dans la peinture à l'eau, en recourant au noir.

MÉLODIE DES COULEURS.

» Avant les nouvelles recherches dont cet Opuscule est le recueil, j'avais toujours été contraire au rapprochement des *couleurs* et des *sons*. J'admettais sans hésitation l'expression d'*harmonie* appliquée à la vision des couleurs en repos, mais je ne connaissais que les efforts impuissants du P. Castel, pour produire avec de petits solides colorés, ou par d'autres moyens encore, des effets correspondant, prétendait-il, à la mélodie des sons.

» Je suis né pour l'*expérience;* j'ai foi en elle quand je la juge incontestable; dès lors, dans mes recherches sur les couleurs vues en mouvement rotatif, j'ai observé un spectacle tout nouveau, en usant d'un cercle de 38 centimètres de diamètre. J'ai été conséquent avec moi-même en qualifiant la seconde phase du mouvement rotatif de *mélodie*. Mais en prononçant ce mot pour la vision des couleurs en mouvement, qu'on ne me suppose pas la prétention d'assimiler un *spectacle oculaire* à l'impression des vibrations harmonieuses des sons musicaux. Ma pensée vraie se réduit simplement à la comparaison des effets des *couleurs en mouvement* aux effets des *mêmes couleurs vues en repos*.

» Pour composer le *complément de mes recherches sur la vision des couleurs*, j'ai suspendu depuis le mois de février 1878 la rédaction d'un livre intitulé *Des connaissances humaines envisagées au point de vue de la méthode* a posteriori *expérimentale*. Mieux que personne je sais tout ce que je dois à la pratique de cette méthode, et plus j'en ai usé et plus ma conviction

s'est accrue de l'utilité et de l'extension de ses applications à toutes les connaissances humaines et même à beaucoup de circonstances de la vie ordinaire. Certes, bien des erreurs eussent été prévenues, si de jeunes esprits avaient été en position de se familiariser avec son usage.

» Mes *Recherches chimiques sur les corps gras,* mes *Considérations sur l'analyse organique immédiate,* mes quatorze *Mémoires de recherches chimiques sur la teinture* témoignent de l'usage que j'ai fait de cette méthode en Chimie; mes recherches sur la vision des couleurs, toutes fondées sur l'expérience, montrent que pendant plus d'un demi-siècle elle n'a pas cessé de me guider sur un sujet de pures sensations. Enfin, mes dernières recherches sur le *contraste rotatif* ont singulièrement agrandi le champ de l'expérience en m'offrant le spectacle si nouveau de la vision des couleurs en mouvement!

» Je puis donc avoir l'espérance que mes efforts ne seront pas perdus pour la recherche de la vérité, en montrant que la Philosophie naturelle, en préconisant et en usant de la *méthode* a posteriori *expérimentale* se portera de plus en plus au delà des limites que n'a pas franchies la *Philosophie purement lettrée,* qui est restée dans le domaine du raisonnement et de la *simple* observation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases dérivées de l'aldol-ammoniaque.* Note de M. Ad. Wurtz.

« En réagissant sur l'aldol, l'ammoniaque donne naissance à diverses bases dont la nature varie suivant les conditions où l'on opère. On a fait réagir l'ammoniaque sur l'aldol, en solution aqueuse, à 100 degrés. Il se forme, dans cette réaction, des bases oxygénées solubles dans l'eau, dont l'étude n'est pas encore terminée. Lorsqu'on porte la température de 140 à 180 degrés, en présence d'un excès d'ammoniaque, le liquide brunit plus ou moins et il se sépare des produits oléagineux foncés qu'on peut extraire à l'aide de l'éther et qui ne diffèrent point de ceux qui font l'objet de cette Note. La solution aqueuse renferme, indépendamment d'un mélange de bases oxygénées, solubles et incristallisables, un bel alcaloïde solide et qu'on a réussi à obtenir en beaux cristaux. On le décrira dans une prochaine Communication.

» On obtient un mélange de diverses bases liquides et volatiles en soumettant l'aldol-ammoniaque à la distillation sèche dans un courant de gaz ammoniac. Pour cela, on dissout l'aldol dans l'éther et l'on fait passer dans la solution un courant de gaz ammoniac à zéro : il se dépose de l'al-

dol-ammoniaque, qu'on sépare de l'éther et qu'on débarrasse entièrement de ce liquide en le chauffant pendant quelques instants au bain-marie, opération pendant laquelle il jaunit légèrement. On le distille ensuite par portions de 50 grammes, dans un matras qu'on chauffe avec précaution, à feu nu, en même temps qu'on y dirige un courant de gaz ammoniac.

» Dans ces conditions le liquide, d'abord incolore, se colore peu à peu et laisse dégager d'abord de l'ammoniaque et des vapeurs aqueuses. De 100 à 140 degrés, il passe un liquide aqueux. Au delà de 140 degrés, on voit apparaître, dans le tube de dégagement, des stries huileuses qui se rassemblent dans le récipient, en même temps qu'un liquide aqueux épais.

» L'opération doit être menée rapidement. Elle est terminée lorsque, la température s'étant élevée au delà de 250 degrés, des vapeurs jaunes épaisses se montrent dans le ballon et se condensent en un liquide très-coloré et très-épais. Il reste dans le matras une matière noire plus ou moins abondante, qui se dissout dans l'acide chlorhydrique faible. La solution, épuisée par l'éther, a donné avec l'ammoniaque un précipité floconneux gris, insoluble dans l'eau et dans l'éther et qui possède les propriétés d'une base.

» Le récipient renferme deux couches : l'une aqueuse, épaisse, ammoniacale, contient quelquefois de l'aldol-ammoniaque qui a passé à la distillation, ainsi qu'une base soluble dans l'eau; l'autre, oléagineuse, est un mélange fortement coloré de bases et d'huiles neutres. Le rendement en corps huileux est variable, suivant que la distillation a été poussée plus ou moins loin. Il est d'autant meilleur qu'on a vu apparaître, à une température relativement basse, les stries huileuses dont on a parlé ([1]).

» Pour séparer les huiles du liquide aqueux on agite le tout avec de l'éther. La couche éthérée, plus légère et fortement colorée, renferme les bases et des huiles neutres. On l'épuise avec de l'acide chlorhydrique

---

([1]) Dans une opération, 110 grammes d'aldol-ammoniaque ont fourni :

Liquide aqueux	46^{gr}
Liquide huileux	23
Résidu	26

Dans une autre opération, 160 grammes d'aldol-ammoniaque ont donné 42 grammes d'huiles brutes.

Enfin, dans une troisième opération, 870 grammes d'aldol-ammoniaque ont donné 205 grammes d'huiles brutes.

faible dont il faut éviter d'employer un grand excès. Après avoir agité la solution aqueuse et acide à plusieurs reprises avec de l'éther, on la décompose par la potasse caustique, qui en précipite une huile foncée. Celle-ci se rassemble à la surface. On ajoute alors de l'éther, on agite, on sépare la couche éthérée à l'aide d'un entonnoir à robinet, et on la déshydrate en la faisant digérer du jour au lendemain sur des fragments de potasse caustique. Il ne reste plus qu'à chasser l'éther par distillation pour obtenir le mélange des bases. Le rendement est variable et quelquefois mauvais [1].

» Le mélange des bases est soumis à la distillation fractionnée dans le vide. Sous une pression de $0^m,02$, il passe de 80 degrés environ jusqu'à 250 degrés, et, à cette dernière température, il reste encore un résidu noir très-épais. La base la plus volatile, et généralement la plus abondante, présente la composition de la collidine $C^8H^{11}Az$ [2]. Elle bout de 177 à 179 degrés sous la pression de $0^m,763$. Sa densité à zéro est égale à 0,943. Elle forme un beau chloroplatinate rouge orangé, stable, très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et précipitable par ce liquide. Il fond dans l'eau bouillante avant de s'y dissoudre et la solution concentrée laisse déposer par le refroidissement des gouttelettes qui se convertissent en cristaux dans la solution froide.

» Je n'ai pas encore eu occasion de comparer la base retirée de l'aldol-ammoniaque avec l'aldéhydine de MM. Baeyer et Ador et avec la collidine provenant du goudron d'os. Cette dernière a été préparée dans mon laboratoire par M. Richard. Elle est très-difficile à purifier, et le produit que nous avons obtenu jusqu'à présent ne paraît pas identique avec celui qu'on vient de décrire. M. Richard fera connaître prochainement les résultats de son travail.

» Lorsque, dans la distillation fractionnée du mélange des bases, la température a atteint 120 degrés, le liquide devient plus épais et se colore légèrement. Les bases qui passent renferment alors de l'oxygène.

---

(1) Dans une opération, 390 grammes d'aldol-ammoniaque ont donné 45 grammes de bases. Dans une autre, 250 grammes d'aldol transformés en aldol-ammoniaque ont donné 70 grammes d'huiles brutes et 29 grammes d'huiles basiques.

(2) Analyse du chloroplatinate :

	Expériences.		
	I.	II.	Théorie.
Carbone	29,57	»	29,37
Hydrogène	3,78	»	3,67
Platine	30,22	29,7	30,00

» Le seul procédé qui permette de les séparer est la distillation fractionnée dans le vide, et ce procédé laisse à désirer, car on a pu constater qu'il donne lieu à une décomposition partielle des produits peu volatils. On ne peut décrire ici les détails relatifs à ces opérations, qui ont été répétées bien souvent, avec un succès et des résultats variables. Mais toujours on a observé ceci : 1° qu'un second ou un troisième fractionnement abaissait les points d'ébullition; 2° que des produits qui avaient passé dans le vide au-dessus de 120 degrés émettaient une petite quantité de vapeur d'eau et peut-être même d'ammoniaque [1], lorsqu'ils étaient soumis à une nouvelle distillation. Il n'est donc pas étonnant que des corps ayant passé à la même température aient quelquefois présenté une composition différente.

» Quoi qu'il en soit, la base la moins oxygénée paraît plus stable que l'autre et son point d'ébullition, après quelques distillations, se fixe vers 160 degrés à $0^{m},02$ de pression. Elle se présente alors sous forme d'un liquide épais, presque incolore, mais qui jaunit à l'air et finit par brunir. Sa composition répond à la formule $C^8H^{13}AzO$ [2], qui paraît confirmée aussi par l'analyse d'un chlorhydrate [3] et d'un bromhydrate. Le chlorhydrate a été obtenu soit en neutralisant la base dans l'acide chlorhydrique faible et en évaporant dans le vide, soit en la dissolvant dans l'éther et faisant passer dans la solution du gaz chlorhydrique dont il faut éviter un excès. Dans ce dernier cas, le chlorhydrate

(1) Cette circonstance explique ce fait que les bases peu volatiles dont il s'agit ici renferment après des distillations répétées une petite quantité de matière neutre insoluble dans l'acide chlorhydrique faible.

(2) Analyse de la base :

	150° à 160° à $0^{m},02$.	150° à 160° à $0^{m},02$.	158° à 163° à $0^{m},02$.	159° à 161° à $0^{m},02$.	$C^8H^{13}AzO$.
Carbone........	68,29	68,01	69,16	68,03	69,06
Hydrogène.....	9,24	9,68	9,40	9,40	9,34
Azote..........	»	10,18	9,30	10,07	10,07

(3)

	Analyse du chlorhydrate.	$C^8H^{13}AzO, HCl$.
Carbone........................	55,80	54,7
Hydrogène.....................	8,46	7,9
Azote...........................	8,69	7,9
Chlore..........................	16,92	20,2

Le chlorhydrate et le bromhydrate perdent une portion de leur acide dans le vide. Cette circonstance explique l'élévation relative des chiffres du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, dans l'analyse du chlorhydrate.

se sépare sous forme d'un précipité gris, très-soluble dans l'eau, hygroscopique, et dont la solution se dessèche, au-dessus d'un vase rempli d'acide sulfurique, en une masse épaisse remplie de petits cristaux. Le bromhydrate cristallise de même. Le chloroplatinate est poisseux.

» Chauffée à 250 degrés en vase clos, la base dont il s'agit perd de l'eau, de l'ammoniaque, et noircit. Le produit a fourni par la distillation une base qui ne renferme plus d'oxygène et qui est plus volatile que la base oxygénée primitive. Dans une expérience, on a pu isoler une petite quantité de collidine qui a formé un chloroplatinate cristallisable. Dans d'autres expériences, on n'en a obtenu que des traces : la base volatile formée par déshydratation de la base oxygénée présentait un point d'ébullition plus élevé que la collidine et a fourni un chloroplatinate soluble dans l'alcool. Le point d'ébullition du résidu s'élève ensuite rapidement, la plus grande partie du liquide ne passant dans le vide qu'à 150 degrés et au delà. Les dernières portions qui ont passé vers 250 degrés à $0^m,02$ ne renfermaient qu'une faible proportion d'oxygène.

» A plusieurs reprises, on a retiré du mélange des bases formées par la distillation de l'aldol-ammoniaque une base plus riche en oxygène que celle qui vient d'être décrite, mais qui n'a pas pu être obtenue à l'état de pureté. Il en a été ainsi dans une expérience où l'on a opéré sur 870 grammes d'aldol-ammoniaque. Dans la deuxième distillation fractionnée du mélange des bases (opération pendant laquelle les points d'ébullition des diverses fractions s'étaient abaissés de 30 degrés environ), on avait recueilli les fractions suivantes :

Pression à $0^m,02$.			I.	II.
I.	150 à 160 degrés.....	C....	67,83	67,72
		H....	8,90	9,17
II.	160 à 180 degrés.....	C....	68,34	»
		H....	9,23	»
III.	180 à 200 degrés.....	C....	68,31	»
		H....	9,18	»

Un troisième fractionnement a fourni, entre autres, les produits suivants :

				$C^8H^{15}AzO^2$.
IV.	170 à 180 degrés.....	C....	62,49	61,14
		H....	9,29	9,55
		Az....	7,94	8,91
V.	180 à 190 degrés.....	C....	62,93	»
		H....	9,13	»

» Ces derniers liquides, d'ailleurs très-épais et peu colorés, renfermaient donc plus d'oxygène que les précédents, et leur composition se rapproche de celle d'une base $C^8H^{15}AzO^2$. Cette conclusion a été fortifiée par l'analyse d'un chlorhydrate insoluble dans l'éther et qui a été préparé, avec les précautions indiquées plus haut, par l'action du gaz chlorhydrique sur la base IV dissoute dans l'éther anhydre (¹). Ce chlorhydrate était très-soluble dans l'eau, et la solution, fort peu colorée, a donné, par l'évaporation dans une atmosphère sèche, une masse remplie de petits cristaux. Il perd de l'acide chlorhydrique dans le vide. Comme tous ces chlorhydrates, il noircit peu à peu à l'air. Il forme un chloroplatinate pâteux.

» Dans une autre expérience, un produit qui avait passé de 150 à 180 degrés, sous une pression de $0^m,01$, ayant été distillé de nouveau sous la même pression, a passé de 120 à 140 degrés et a présenté la composition suivante :

	I.	II (autre préparation).	Théorie.
Carbone	60,70	61,72	61,14
Hydrogène	8,66	9,38	9,55
Azote	9,38	9,09	8,91

» Le chlorhydrate préparé avec cette base et qui avait été desséché dans le vide, non sans se colorer, renfermait Cl = 16,68; Az = 7,72. La théorie exige Cl = 18,34; Az = 7,2 pour la formule $C^8H^{15}AzO^2, HCl$. J'ajoute que le produit était probablement altéré.

» Les bases oxygénées qu'on vient de décrire présentent des relations de composition très-simples avec la collidine : celle-ci résulterait de leur déshydratation.

Collidine	$C^8H^{11}Az$
Première base oxygénée	$C^8H^{13}AzO$
Deuxième base oxygénée	$C^8H^{15}AzO^2$

» Il est très-facile de rendre compte de leur formation par l'action de l'ammoniaque sur l'aldol.

$$2C^4H^8O^2 + AzH^3 = C^8H^{13}AzO - 3H^2O$$
$$2C^4H^8O^2 + AzH^3 = C^8H^{15}AzO^2 - 2H^2O.$$

(¹)

	Analyse du chlorhydrate.	$C^8H^{15}AzO^2,HCl$.	Composition de la base, défalcation faite de l'acide chlorhydrique.	$C^8H^{15}AzO^2$.
Carbone	52,79	49,61	62,5	61,14
Hydrogène	8,14	8,26	9,6	9,35
Azote	7,00	7,23	8,3	8,91
Chlore	15,21	18,34	»	»

En raison de la facilité avec laquelle ils perdent de l'eau, il se peut que l'oxygène y soit contenu, en partie au moins, à l'état d'oxhydryle ([1]). S'il en était ainsi, la seconde résulterait de la conicine par substitution de $2OH$ à H^2.

Conicine...........	$C^8H^{15}Az$
Base oxygénée......	$C^8H^{13}(OH)^2Az$.

Toutefois il ne me paraît pas probable que les 2 atomes d'oxygène y soient contenus à l'état d'oxhydryle, et il n'est pas certain qu'un seul y soit contenu sous cette forme. Au surplus, le perchlorure de phosphore attaque, à chaud, les chlorhydrates secs avec formation d'oxychlorure, de protochlorure et dégagement abondant de gaz chlorhydrique, réaction qui n'admet aucune conclusion certaine relativement à la constitution de ces bases. Le résidu chloré, noir et insoluble, traité par l'amalgame de sodium en solution acide, a fourni une base visqueuse, différente de la conicine.

» Il s'en faut que toutes les opérations aient fourni, parmi les produits les moins volatils, la base assez riche en oxygène dont il vient d'être question. Il arrive quelquefois que les produits passant vers 200 degrés dans le vide ne renferment qu'une faible proportion d'oxygène. Ceux qui passent vers 250 degrés n'en contiennent pas ([2]).

» J'ajoute que j'ai retiré des fractions qui avaient distillé entre 100 et 120 degrés, à $0^m,02$, une base non oxygénée, bouillant entre 210 et 220 degrés à la pression ordinaire et qui est isomérique avec la collidine. Cette base n'est pas une xylidine : chauffée avec de l'acide acétique, elle a formé une amide liquide et qui a passé à la distillation vers 190 degrés, sous la pression ordinaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note relative à la Communication de M.* L.-V. Meunier ([3]), *sur des trombes analogues récemment observées en Chine;* par M. Faye.

« La trombe observée à Vitry-sur-Seine par M. Meunier donne une idée fort nette d'une sorte de trombe dont on a voulu faire une classe à part dans cet ordre de phénomènes. Il est intéressant de la comparer à des phénomenes analogues observés tout récemment en Chine par des missionnaires, au mois de juillet de l'année dernière.

([1]) 11 grammes chauffés à 300 degrés en vase clos ont abandonné $0^{gr},7$ d'eau.

([2]) Un tel produit, qui était coloré et très épais, a donné un chloroplatinate insoluble, jaune, floconneux, qui renfermait $C = 39,59$; $H = 4,71$; $Az = 4,78$; $Cl = 25,96$; $Pt = 25,85$.

([3]) Voir plus loin, p. 988, dans la Correspondance.

« Le 25 juillet, à 15 kilomètres au sud-ouest de Zi-ka-wei, la partie du ciel située entre le sud-sud-est et le nord-nord-est était entièrement couverte de nuages orageux; le reste du ciel était à peu près pur. Pas de vent sensible; chaleur accablante. Quelques minutes après 4 heures, nous aperçûmes d'abord à l'est-nord-est ce que les Chinois appellent une *queue de dragon :* c'était une première trombe partant du plus haut nuage. Bien qu'elle fût longue et effilée, elle ne nous parut pas avoir touché terre. Elle se dirigeait vers le nord, la pointe recourbée en avant. Vers 4^h15^m, ce premier météore commençait à se dissiper, quand, plus au sud, nous vîmes sortir d'un gros nuage noir un mamelon blanchâtre, qui prit bientôt la forme d'un dé à coudre, puis s'allongea lentement, mais à vue d'œil, en s'effilant. La trombe suivait une ligne légèrement courbe; sa distance nous parut approximativement de 5 à 6 kilomètres. La pointe était encore à une assez grande hauteur quand nous vîmes, immédiatement au-dessous, s'élever des rizières un tourbillon qui ressemblait à de la fumée blanche. A mesure que la trombe avançait en se rapprochant un peu de nous, un peu du bourg de Se-king, la queue prenait de plus grands développements et la masse de vapeurs grossissait en marchant. Bientôt nous vîmes une sorte de petite colonne sortir de cette nuée et s'efforcer de gagner la pointe qui descendait du nuage. Un instant la jonction eut lieu; alors la petite colonne se détacha des vapeurs inférieures, et le météore commença à s'effacer dans l'ordre inverse de celui qu'il avait suivi pour se former. »

» La seconde trombe a été observée le 29, sous les murs de Nanking, par trois missionnaires se rendant dans cette ville. L'un d'eux, le P. Colombel, avait dirigé l'Observatoire de Zi-ka-wei en 1873 :

« A 4^h30^m, le vent d'entre sud et sud-ouest tourne au nord. Un gros amas de nuages noirs s'étend au milieu du ciel, sous forme d'un triangle, laissant le reste du ciel pur. A 5^h15^m, les bateliers crient: « Une trombe! » Nous sortons immédiatement; devant nous une trombe descendait de la pointe du gros nuage. Elle avait alors l'aspect de la *fig.* 2 (tube interrompu au milieu) et prit bientôt celui de la *fig.* 1 (tube complet), qu'elle avait, au dire des bateliers, avant notre arrivée sur le pont [1]. La portion inférieure était bien visible, mais d'une teinte faible, couleur de poussière soulevée par le vent. Deux fois, à de courts intervalles, la trombe se rompt, la partie claire s'affaisse, disparaît, pour reparaître bientôt, remonter, s'unir à la partie sombre et s'affaisser de nouveau pour ne plus se reformer (*fig.* 2 et 3). Pendant ces évolutions, la portion supérieure de la trombe ne paraissait subir aucune modification; mais, après la disparition de la colonne claire, elle parut s'élargir et prendre la forme d'un tube creux (*fig.* 4). De l'axe de ce tube sort comme un dard très-noir, très-effilé, mobile, qui s'allonge lentement et vient enfin toucher le sol. Ses mouvements, pendant la descente, rappellent de loin ceux de la trompe d'un éléphant ou de la queue d'un chat. Avant qu'il eût atteint le sol, on vit manifestement se lever de terre une sorte de nuée, semblable à une fumée peu dense ou à de la poussière éclairée par le soleil. Quand le dard vint à y pénétrer, cette nuée s'affaissa et s'évanouit : le dard touchait le sol (*fig.* 5).

(1) Je regrette de ne pouvoir reproduire ici les dessins fort bien faits du P. Colombel; on y retrouverait le long et mince ruban cylindrique contourné à la façon d'un S très-lâche qui a été vu à Choisy.

A ce moment même, la partie supérieure se resserre, reprend la forme d'un entonnoir continu (*fig.* 6) et ne fait plus qu'un avec le dard; puis celui-ci quitte brusquement le sol, et la trombe semble rentrer dans le nuage (*fig.* 7) : c'était la fin du météore. »

» Si l'Académie pouvait se rappeler la longue discussion qui a eu lieu entre plusieurs météorologistes et moi sur les trombes, elle retrouverait ici quelques-uns des aspects si singuliers que la trombe de Kœnigswinter, sur le Rhin, a présentés, et dont l'explication découle tout naturellement de ma théorie. L'air amené en bas par la trombe est ordinairement plus froid que les couches inférieures qu'il traverse. Lorsque l'abaissement de température dépasse le point de rosée de l'air extérieur, la trombe se revêt d'une légère nébulosité qui en dessine les contours. Si, en voyageant, elle vient à pénétrer dans des couches moins chaudes ou moins humides, ou bien si le réchauffement de l'air descendant devient plus marqué, cette gaîne vaporeuse se dissipe; mais la trombe n'en existe pas moins et continue à fouetter circulairement l'eau ou le sol par son extrémité inférieure invisible, de manière à y produire un nuage de gouttelettes d'eau ou de poussière. Enfin, comme les spires descendantes, centrées sur un axe vertical, sont déplacées horizontalement par des vents faibles régnant à diverses hauteurs, le tube vaporeux qui en est l'enveloppe géométrique manifeste des ondulations plus ou moins fortes, et, comme ces spires n'ont pas toutes même rayon ni même température et forment même des courants hélicoïdaux distincts autour d'un même axe, il peut fort bien arriver que les spires centrales soient seules assez froides pour déterminer la précipitation de l'humidité et s'entourer d'une gaîne bien plus étroite que le canal complet de la trombe. Ici il n'y a que deux gaînes concentriques, dont la plus large a disparu bien avant la plus étroite, tandis que dans la trombe du Rhin on a vu, un moment, plusieurs gaînes concentriques interrompues à différentes hauteurs.

» Je suis bien aise de citer ces observations toutes récentes de Choisy et de Shang-haï; je n'en avais de pareilles ni en France ni en Chine, bien qu'on en rencontre ailleurs plusieurs spécimens. Elles montrent parfaitement que le type des trombes est partout le même; seuls les détails changent par l'effet de la température et de l'humidité dans l'atmosphère. C'est bien le cas de dire avec le poëte latin

.... Facies non omnibus una
Nec diversa tamen....

car, sous des traits physiquement variés, c'est toujours le même procédé de

mécanique des fluides que nous voyons à l'œuvre par toute latitude, sur mer aussi bien que sur les continents.

» Cette identité se retrouve dans toutes les gyrations à axe vertical, quelles que soient les dimensions et l'énergie. Voici un dernier passage que je copie dans le *Bulletin mensuel* de l'Observatoire de Zi-ka-wei, près de Shang-haï :

« La bourrasque qui passa sur Zi-ka-wei le 23 mai 1878, et qui ne fut observée au Japon que le lendemain matin, se trouvait, le 22, sur Hong-kong. Son passage fut marqué en mer par deux violents coups de vent de sud-est et de nord-ouest. Un phénomène évidemment analogue à celui qui eut lieu à Zi-ka-wei le 11 et le 12 eut de plus graves conséquences à Formose. Voici ce qu'on écrit de la capitale Tai-wan, le jour même de l'événement : « Une » trombe vient de traverser une partie de la ville et y a causé d'immenses dégâts, et un certain » nombre de morts. Vers 5 heures du soir, pluie et vent avaient cessé, quand peu après » le ciel s'assombrit; de gros nuages noirs chassent du nord avec une furieuse vitesse; en » approchant, ils inclinent un peu à l'ouest, comme pour tourner la ville; mais à cet instant » s'élève une violente brise du sud-ouest et en un clin d'œil se forme une trombe dont la » gyration et la marche ont une vitesse énorme; elle court du sud-ouest au nord-est em» portant tout sur son passage. Il était $5^h 40^m$ quand elle passa sur la cité : les toits sont » enlevés, les maisons peu solides s'écroulent, les autres sont violemment ébranlées et une » infinité de débris sont emportés par le tourbillon, qui ressemblait à une gigantesque » colonne tourbillonnante sur une largeur de 150 à 200 yards. En quelques instants elle » fut hors de vue, et tout rentra dans le calme. On remarqua avec surprise qu'aux deux » points où elle entra et sortit de la ville le rempart fut renversé et les débris enlevés ». Voilà le fait observé; tous les détails s'accordent admirablement avec la théorie de M. Faye. Avant que les couches inférieures de l'air soient ébranlées, les couches supérieures manifestent une violente agitation; les nuages orageux chassent du nord; en se rapprochant du sol, ils s'inclinent à l'ouest; le mouvement gyratoire et descendant se poursuit, et, quand le météore atteint le sol en rétrécissant son diamètre et en augmentant sa force, c'est déjà du sud-ouest qu'il semble venir, et la trajectoire que son pied va suivre sera naturellement celle des couches atmosphériques d'où il est descendu, celle du courant supérieur qui a engendré la dépression principale et qui se transporte du sud au nord, ou, plus exactement, du sud-ouest au nord-est. »

» Au point de vue mécanique, il n'y a pas de différence entre les trombes presque linéaires de Vitry ou de Nanking et la puissante tornade de Formose. Je suis heureux de constater devant l'Académie que mes idées ont pénétré jusqu'en Chine, ainsi qu'on vient de le voir par l'extrait précédent.

» Dans une autre occasion, je montrerai comment ces mêmes théories ont servi à faire saisir la cause des épouvantables phénomènes météorologiques qui ont sévi dernièrement trois années de suite sur toute l'étendue de ce vaste pays. »

HYDROGRAPHIE. — *Cartes de la côte de Tunisie et de Tripoli;* par M. **Mouchez.**

« Les Cartes que je présente aujourd'hui à l'Académie sont le résultat des travaux hydrographiques exécutés pendant ma dernière campagne sur l'aviso *le Castor*.

» La première feuille comprend la baie de Porto Farnia;

» La deuxième, la baie et le lac de Tunis;

» La troisième, le golfe de Gabès ou petite Syrte;

» La quatrième, l'île de Djerba;

» La cinquième et la sixième, la côte comprise entre les deux Syrtes;

» La septième, le golfe de la grande Syrte.

» Quatre autres feuilles donnent les principaux mouillages de ces côtes.

» Ces Cartes offrent, à une échelle suffisamment grande, tous les détails nécessaires pour naviguer aussi près de la côte qu'on peut le désirer et aborder sur tous les points. Elles ont été dressées à l'aide de nombreuses stations astronomiques faites à terre et reliées entre elles par des stations au théodolite. Les latitudes observées sont exactes à 5 ou 6 secondes près. Les longitudes données par quatre bons chronomètres sont exactes à moins de 1 seconde de temps près et parfaitement reliées par de très-courtes traverses au réseau géodésique algérien, rattaché déjà lui-même au premier méridien de Paris à l'aide du télégraphe.

» La plupart de ces côtes, si près de nous, et qui ont une étendue de plus de 250 lieues, sont restées jusqu'ici à peu près complétement en dehors de toute relation avec l'Europe. Elles sont habitées, dans la partie orientale surtout, par des populations nomades, fanatiques et hostiles aux étrangers. Cependant, l'exploitation de l'alfa, qui attire depuis quelques années beaucoup de navires anglais et italiens dans ces parages, doit certainement, dans un prochain avenir, modifier sensiblement cette situation regrettable. Déjà quelques maisons de commerce anglaises et italiennes ont établi des comptoirs dans quelques localités de la côte entre les deux Syrtes, et les intermédiaires indigènes y affluent.

» Mais le golfe de la grande Syrte semble destiné à rester toujours aussi désert, aussi redouté des navigateurs qu'il l'était dans l'antiquité. On n'y trouve nul port, aucun abri pour des navires surpris par le mauvais temps. Les vents de nord y soulèvent une très-grosse mer, et les nombreux écueils qui bordent cette côte laissent peu de chance de salut aux navires

qui y sont entraînés par les vagues et les courants. Les indigènes ne semblent même fréquenter les bords arides de ce désert que pour profiter de l'occasion de piller les navires naufragés dont on voit de nombreux débris sur la plage. Bien que nominativement sous la suzeraineté de la Turquie, ils sont en réalité tout à fait indépendants.

» Quant à la petite Syrte, les côtes en sont devenues plus hospitalières sous le gouvernement du bey actuel de Tunis et de son ministre, le général Kaïr ed Din (1); les mœurs des indigènes s'y sont adoucies; on peut débarquer sans difficulté sur tout point du littoral, et sous ce rapport le percement du canal de Gabès, si jamais on le tentait, trouverait beaucoup de facilité de main-d'œuvre dans la population locale.

» L'aspect général des collines et montagnes qui enveloppent ce golfe semble cependant fort peu favorable à l'exécution de ce projet; on aura à faire des tranchées de plusieurs lieues à travers des massifs de terre de 30 à 45 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Quoi qu'il en soit, il paraît démontré maintenant, grâce aux persévérants travaux du commandant Roudaire, que l'œuvre n'est pas irréalisable, et l'expérience serait sans doute intéressante à faire au point de vue scientifique. Ce n'est plus qu'une question d'argent: il en faudra beaucoup; mais il y aurait une telle disproportion entre le minime et douteux bénéfice pour nous, de conduire à travers la Tunisie un peu d'eau de mer à l'entrée du désert, et l'énorme dépense que cela occasionnerait, qu'il est vivement à désirer, si ce projet se réalise, que ce ne soit pas la France qui en fasse les frais. Nous trouverions un bien plus fructueux emploi de nos capitaux sur nos côtes de France ou d'Algérie.

» Les marées sont très-sensibles et assez régulières dans ce golfe; le peu de profondeur de la mer et la conformation de la côte leur donne plus de force et de régularité que sur tout autre point de la Méditerranée. J'avais fait établir des échelles de marée en plusieurs points, confiées à quelque négociant européen de la localité, mais, les indigènes les détruisant chaque fois que je m'éloignais, je n'ai pu obtenir que des résultats très-peu nombreux dans les lieux où je séjournais quelques jours, ce qui était assez rare; je ne puis donc donner que des chiffres approximatifs.

» A Sfax, point où les marées sont les plus fortes, la mer marne de près de 1 mètre aux syzygies. L'établissement du port est de $3^h 29^m$ à très-peu près, comme à Brest; à Zarzis, en dehors du golfe, l'heure est la même,

(1) Aujourd'hui premier ministre à Constantinople.

tandis qu'à l'extrémité nord de Djerba, située entre les deux points précédents, la pleine mer arriverait près de trois quarts d'heure plus tôt. Nos observations y ont été trop peu nombreuses pour décider si cette différence, assez singulière, provient de la conformation des côtes ou de quelque circonstance troublante accidentelle dans le mouvement des eaux ou du vent à l'époque des observations. La création récente d'une ligne et de postes télégraphiques le long de ces côtes, de Tunis à Tripoli, permettra aux agents français qui en sont chargés de recueillir, dans un prochain avenir, des renseignements plus complets sur tous ces parages, encore si imparfaitement connus. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'histoire de la théorie de la poussée au vide dans les arches biaises.* Note de M. DE LA GOURNERIE.

« Lorsqu'une théorie longtemps acceptée est définitivement condamnée, les objections qui lui étaient faites prennent, même pour les personnes qui sont restées étrangères aux discussions, un grand degré de clarté et presque d'évidence. On s'étonne que l'erreur n'ait pas été immédiatement reconnue, on doute que la lutte ait été nécessaire, et l'on admettrait volontiers que la doctrine abandonnée n'était soutenue que par des hommes sans valeur.

» Ces considérations me sont suggérées par quelques assertions sur la direction des pressions dans les arches biaises. Je crois qu'il n'est pas sans intérêt d'indiquer quelles ont été, sur cette question, les opinions des ingénieurs.

» Perronet a écrit :

« On est souvent embarrassé pour construire solidement une arche dont le biais est un peu considérable..... parce qu'une partie des voussoirs des têtes, et quelquefois même leur totalité suivant le biais de l'arche, porte leur poussée au vide, ce qui exigerait, pour y remédier, de donner à une partie de ces voussoirs des longueurs de douelle que ne pourraient pas fournir les carrières. » (*Description de l'arche biaise construite sur le ruisseau Bicheret.*)

» Montluisant dit, en parlant du grand pont biais construit par Chézy sur la Marne, à Trilport :

« Les voûtes poussent presque entièrement au vide et ne se soutiennent que par l'appareil, ainsi que cela a lieu dans un encorbellement. » (*Collection lithographique de l'École des Ponts et Chaussées*, 1820.)

» M. Lefort, bien connu dans le monde savant et qui, maintenant en retraite, présidait récemment le Conseil général des Ponts et Chaussées, a publié en 1839 un Mémoire qui a longtemps dirigé les ingénieurs français pour la construction des arches biaises. Dans ce travail, M. Lefort croit pouvoir démontrer que la pression s'établit suivant la direction du plan vertical dont la section avec l'intrados a la moindre ouverture d'une naissance à l'autre. Il en conclut l'existence d'une poussée au vide indépendante de l'appareil proprement dit, mais qu'on peut diminuer en composant la voûte de zones sans liaison entre elles. Enfin il déclare que cette solution appartient à M. Clapeyron, dont il était le collaborateur à l'un des chemins de fer de Paris à Versailles. Dans le nombre des ingénieurs qui ont adopté les principes de la théorie exposée par M. Lefort, je nommerai M. Graeff, dont l'Académie a récompensé et fait publier divers travaux.

» M. Carvallo a soumis à l'Académie, sur l'équilibre des voûtes, un travail que Poncelet a déclaré digne d'être inséré au *Recueil des Savants étrangers* (séance du 2 novembre 1852). M. Carvallo ne consacre qu'un court passage à la question des arches biaises; mais il y admet expressément qu'une poussée au vide se développe dans ces ouvrages : « Les pressions » n'étant pas dans le plan des têtes, dit-il, il existe une force perpendicu» laire à chacun de ces plans.... » (*Annales des Ponts et Chaussées.*)

» Dans mes premiers travaux sur les arches biaises, je crus devoir distinguer deux poussées au vide, l'une indépendante de l'appareil et résultant de la forme même de l'ouvrage, l'autre produite par l'obliquité sur les lits d'une pression parallèle aux têtes. J'évitais de me prononcer sur la première force, indiquant que de nouvelles observations étaient nécessaires. La seconde peut se produire dans tout ouvrage, même dans un simple pilier dont les assises seraient suffisamment inclinées; mais il est nécessaire de s'en préoccuper dans l'établissement des ponts obliques, par suite de la difficulté de donner aux lits les directions les plus convenables. J'exprimais l'opinion que ce genre d'effort était seul à craindre, et j'établissais sur cette donnée mes calculs de stabilité pour les divers appareils. (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1851 et 1853.)

» La distinction que j'ai faite ne pouvait être contestée, mais le nom de *poussée au vide* a été généralement réservé pour le premier effort.

» En 1852, M. Léveillé adopta l'opinion du parallélisme des poussées aux plans de tête. La même année, M. Le Blanc, aujourd'hui inspecteur général des Ponts et Chaussées, publia un Mémoire où il soutint cette théorie avec une grande conviction. Ayant envoyé à Londres, pour l'exposition

de 1862, un dessin de son beau viaduc biais de Corbinières, sur la Vilaine, il inscrivit la légende suivante sur le cadre :

« Il n'y a pas de poussée au vide dans une arche biaise.

» Dans celles de ces voûtes qui ont peu de largeur entre les têtes, la poussée est parallèle aux têtes.

» L'appareil a pour objet, non de diriger la poussée, mais de présenter à la direction générale de la poussée des joints à peu près normaux à cette direction, afin d'éviter les glissements. »

» Ces principes sont excellents, mais il s'en faut de beaucoup qu'ils aient été universellement acceptés. Dans son Ouvrage, publié en 1868, M. Praly a écrit :

« Les effets de la poussée au vide ont été observés par tous les constructeurs qui se sont occupés de l'exécution d'une arche biaise d'un biais assez prononcé.

» Il ne paraît pas contestable que l'effet de l'ensemble des forces développées pendant la contraction de la voûte se produise dans la section de moindre diamètre. Or, pour nier la poussée au vide, il faudrait faire abstraction de ce mouvement. »

» Je n'ai cité que des publications françaises. Les Ouvrages très-importants publiés en Angleterre sont établis sur un plan différent. La partie théorique est très-réduite ; on reconnaît que l'art s'est formé principalement d'après les indications de l'expérience. Je n'ai vu nulle part ni développer une théorie de la poussée au vide, ni exposer d'une manière précise le principe du parallélisme des pressions aux plans de tête ([1]).

» En résumé, l'opinion qu'il existe dans les arches biaises et quel que soit l'appareil une force qui pousse vers le vide les voussoirs des têtes a été généralement adoptée, et se trouve explicitement formulée par les ingénieurs français les plus considérables. Dans cette théorie, les voûtes obliques présenteraient une certaine analogie avec les encorbellements, les trompes, les escaliers suspendus, les échauguettes, et toutes les constructions dans lesquelles les forces mises en jeu tendent non-seulement à écraser les pierres, mais encore à les briser, et où la grande longueur des voussoirs est un élément essentiel de solidité. Cette opinion a été sérieusement attaquée depuis plusieurs années, et je trouve qu'elle ne résiste pas à l'étude minutieuse des effets observés dans les voûtes obliques ; mais elle a eu des partisans jusqu'à ces derniers temps, et des expériences propres à trancher la difficulté ne paraissent nullement sans objet. »

([1]) J'ai donné, dans un Mémoire publié en 1872, des renseignements détaillés sur les opinions des principaux auteurs anglais.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations du second ordre des fonctions hyperelliptiques qui, appliquées deux fois de suite, produisent la duplication.* Note de M. C.-W. **Borchardt**.

« 2. La transformation hyperelliptique imaginaire et du second ordre exposée dans le précédent numéro des *Comptes rendus* présente une analogie parfaite avec la transformation elliptique considérée en premier lieu. Mais elle n'est pas la seule transformation hyperelliptique du caractère particulier qui nous occupe; il y a, au contraire, une grande variété de ces transformations, et parmi elles il existe un certain nombre de transformations réelles. Comme exemple de ces dernières, je choisirai celle qui lie entre eux les résultats de Göpel et de M. Rosenhain et qui présente en même temps un si grand intérêt historique.

» Soient ϑ les fonctions hyperelliptiques aux deux arguments v_1, v_2 et aux paramètres $\tau_{11}, \tau_{12}, \tau_{22}$, et η les fonctions aux arguments

$$v'_1 = v_1 + v_2, \quad v'_2 = v_1 - v_2$$

et aux paramètres

$$\tau'_{11} = \tfrac{1}{2}(\tau_{11} + 2\tau_{12} + \tau_{22}), \quad \tau'_{12} = \tfrac{1}{2}(\tau_{11} - \tau_{22}), \quad \tau'_{22} = \tfrac{1}{2}(\tau_{11} - 2\tau_{12} + \tau_{22}),$$

et désignons par c et γ respectivement les valeurs que prennent pour $v_1 = v_2 = 0$ les fonctions ϑ et η.

Cela posé, les fonctions ϑ et η se transforment les unes dans les autres par le système d'équations

$$\begin{aligned}
2\gamma_5\,\eta_5 &= \vartheta_5^2 + \vartheta_0^2 + \vartheta_{23}^2 + \vartheta_{14}^2,\\
2\gamma_0\,\eta_0 &= \vartheta_5^2 + \vartheta_0^2 - \vartheta_{23}^2 - \vartheta_{14}^2,\\
2\gamma_{23}\eta_{23} &= \vartheta_5^2 - \vartheta_0^2 + \vartheta_{23}^2 - \vartheta_{14}^2,\\
2\gamma_{14}\eta_{14} &= \vartheta_5^2 - \vartheta_0^2 - \vartheta_{23}^2 + \vartheta_{14}^2.
\end{aligned}$$

Donc, en définissant deux systèmes de modules $\varkappa_1, \varkappa_2, \varkappa_3$ et $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ par les formules

$$\sqrt{\varkappa_1} = \frac{c_0}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_2} = \frac{c_{23}}{c_5}, \quad \sqrt{\varkappa_3} = \frac{c_{14}}{c_5},$$

$$\sqrt{\lambda_1} = \frac{\gamma_0}{\gamma_5}, \quad \sqrt{\lambda_2} = \frac{\gamma_{23}}{\gamma_5}, \quad \sqrt{\lambda_3} = \frac{\gamma_{14}}{\gamma_5},$$

les deux systèmes de modules se trouvent liés entre eux par les équations

$$\lambda_1 = \frac{1 + \varkappa_1 - \varkappa_2 - \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

$$\lambda_2 = \frac{1 - \varkappa_1 + \varkappa_2 - \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

$$\lambda_3 = \frac{1 - \varkappa_1 - \varkappa_2 + \varkappa_3}{1 + \varkappa_1 + \varkappa_2 + \varkappa_3},$$

équations qui montrent que la transformation dont il s'agit, appliquée deux fois de suite, fait retomber sur les modules primitifs et produit la duplication.

» La complète analogie de ces formules avec l'expression $\lambda = \frac{1 - k'}{1 + k'}$ mentionnée plus haut justifie d'une autre manière l'introduction des quantités par lesquelles j'ai remplacé les modules de Richelot.

» Les fonctions linéaires et fractionnaires qui expriment dans ces recherches les modules transformés par les modules primitifs ont cette propriété que l'on parvient à leurs fonctions inverses en échangeant entre eux les deux systèmes de modules. En rendant homogènes les équations qui lient les deux systèmes de modules, on les réduit aux équations suivantes :

$$2y_0 = x_0 + x_1 + x_2 + x_3,$$

$$2y_1 = x_0 + x_1 - x_2 - x_3,$$

$$2y_2 = x_0 - x_1 + x_2 - x_3,$$

$$2y_3 = x_0 - x_1 - x_2 + x_3,$$

que l'on résout également en échangeant entre eux les x et les y.

» On forme aisément des équations linéaires de 8, 16, 32, ... inconnues, douées de la même propriété fondamentale ; il suffira de les proposer dans le cas de huit inconnues.

» Soient $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ trois quantités dont chacune est $= \pm 1$, et posons

$$\sqrt{8}\,.\,y = x_0 + \varepsilon_1 x_1 + \varepsilon_2 x_2 + \varepsilon_3 x_3 + \varepsilon_2\varepsilon_3 x_{23} + \varepsilon_1\varepsilon_3 x_{13} + \varepsilon_1\varepsilon_2 x_{12} + \varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3 x_{123}.$$

» Désignons par α, β, γ les indices 1, 2, 3 dans un ordre quelconque, et donnons à y

l'indice 0	quand	$\varepsilon_1 = +1$,	$\varepsilon_2 = +1$,	$\varepsilon_3 = +1$.
» α	»	$\varepsilon_\alpha = -1$,	$\varepsilon_\beta = +1$,	$\varepsilon_\gamma = +1$,
» $\beta\gamma$	»	$\varepsilon_\alpha = +1$,	$\varepsilon_\beta = -1$,	$\varepsilon_\gamma = -1$,
» 123	»	$\varepsilon_1 = -1$,	$\varepsilon_2 = -1$,	$\varepsilon_3 = -1$.

» Cela posé, les huit équations linéaires entre les x et les y ont la propriété d'être résolues par un échange des x et des y.

» Mais, quoique ces équations linéaires à huit inconnues jouent un rôle dans la question analogue relative aux fonctions hyperelliptiques à trois variables, elles n'y embrassent pas la question entière. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Argelander*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Oppolzer obtient.	42 suffrages.
M. Auvers	1 »
M. Warren de la Rue	2 »

M. **Oppolzer**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Leymerie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Alphonse Favre obtient.	41 suffrages.
M. Domeyko	1 »
M. James Hall.	. »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Favre**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gegner : MM. Dumas, Chasles, Bertrand, Chevreul et Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau et Morin.

Prix Delalande-Guérineau : MM. de Lesseps, d'Abbadie, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages, Jurien de la Gravière réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne Edwards et Mouchez.

Commission chargée de proposer une question de *grand prix des Sciences physiques* pour l'année 1881 : MM. Milne Edwards, Dumas, Pasteur, de Quatrefages et Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duchartre et Daubrée.

Commission chargée de proposer une question de *prix Bordin* (Sciences physiques) pour l'année 1881 : MM. Boussingault, Dumas, Milne Edwards, Daubrée et Decaisne réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Pasteur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE. — *Sur les effets des inhalations d'essence de térébenthine.* Mémoire de M. POINCARÉ. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Pour déterminer les effets physiologiques et pathologiques des inhalations d'essence de térébenthine, j'ai examiné et interrogé 282 ouvriers employant cette substance à un titre professionnel quelconque; en outre, j'ai maintenu, pendant 7, 8, 12 et même 16 mois, des animaux dans un milieu fortement chargé de vapeurs de la même substance.

» Les phénomènes accusés par les ouvriers étaient de la céphalalgie, un trouble du sentiment d'équilibre, une grande irritabilité du caractère, une sensation de picotement aux yeux, du larmoiement, de l'affaiblissement de la vue se manifestant surtout à la lumière artificielle, des coryzas fréquents, de la toux, des irritations granuleuses du pharynx et du larynx, des vomissements et des troubles digestifs variés. Au début, ces effets se produisent en général même quand le travail est de peu de durée et qu'il s'effectue dans de bonnes conditions d'aération; mais, sous l'influence d'une habitude rapidement acquise, ils ne se montrent plus qu'à la suite d'un travail prolongé ou fourni dans un milieu confiné. Toutefois, pour quelques-uns, le changement de profession est indispensable. Les troubles

que j'ai signalés sont plus intenses et plus constants avec les essences de Hongrie et d'Amerique qu'avec celle de provenance francaise. L'action de cette substance semble se borner à des perturbations passagères et être incapable d'engendrer, même à la longue, des maladies sérieuses.

» Quant aux inhalations expérimentales, si les animaux sont maintenus dans un milieu dont l'air est renouvelé constamment, tout en apportant avec lui une quantité modérée de vapeurs d'essence de térébenthine, ils paraissent rester dans un état physiologique. On n'arrive à les faire mourir qu'à l'aide d'un empoisonnement aigu, combiné avec l'action de l'air confiné. Dans ce cas, la mort est précédée de frissons, d'abattement, de gêne de la respiration et parfois de convulsions. A l'autopsie, les éléments histologiques se montrent toujours intacts, et l'on ne trouve, en général, qu'une congestion, avec ou sans raptus sanguins des méninges, du cerveau, des poumons, des reins et du foie. Presque constamment, on rencontre dans le sang des gouttes libres qui semblent être constituées par de l'essence de térébenthine condensée. Toutefois leur formation exige le haut degré de saturation et l'augmentation de pression qui se produisent dans des espaces fermés. »

M. **Croullebois** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la double réfraction elliptique du quartz ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Des Cloizeaux, Cornu.)

M. **Gréhant** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie : 1° un Mémoire imprimé « Sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone »; 2° un Mémoire manuscrit « Sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Rosolimos** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, trois Mémoires intitulés : 1° « Recherches expérimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires »; 2° « Du premier bruit du cœur »; 3° « Une nouvelle doctrine de la pulsation cardiaque ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **Jobst** et **Burkart** adressent un Mémoire sur l'usage, dans le traitement du choléra, de la *cotoïne* et de la *paracotoïne*, extraites de la

racine de *Coto*. Les auteurs font remarquer que la paracotoïne, en particulier, a été employée au Japon avec assez de succès, dans plusieurs cas, pour que le gouvernement japonais ait appelé l'attention publique sur l'application de ce médicament.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le « Bulletin de la Société de Médecine publique et d'Hygiène professionnelle, t. Ier; 1877 ». (Présenté par M. Bouley.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les moyens employés par M.* Gyldén *pour régler la convergence des développements trigonométriques représentant les perturbations* (1). Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Mouchez.

« C'est à Hansen qu'on doit l'introduction en Astronomie des variables dites *anomalies partielles,* lesquelles permettent de fractionner le calcul des perturbations d'une comète (ou d'une planète); on imite ainsi ce qui se fait dans l'étude des fonctions, où le domaine de chaque point critique demande une étude spéciale.

» On doit remarquer que les anomalies partielles varient seulement dans l'étendue d'une demi-circonférence; il en est ainsi pour l'anomalie excentrique de la planète troublée dans la méthode de M. Gyldén : elle joue le rôle d'une anomalie partielle. Or, tandis qu'une fonction entre les limites o et 2π ne peut être représentée par une série trigonométrique que d'une seule manière, il y a une infinité de représentations quand les limites sont distantes de π et telles que $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, $+\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{3\pi}{2}$, ...

» Il s'agit de profiter de l'indétermination qu'on rencontre ici.

» Il semble à la vérité que ces développements, où la variable ne se déplace pas dans la circonférence entière, soient plus difficiles à obtenir par interpolation, le procédé des quadratures mécaniques ne pouvant plus être

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1071.

employé ; toutefois, lorsqu'on pourra, pour des valeurs de la variable en dehors des limites, connaître la valeur numérique du développement trigonométrique supposé convergent, le procédé des quadratures ne cessera pas d'être applicable.

» Supposant que la planète troublante ait une faible excentricité e', la fonction perturbatrice s'exprimera avec avantage au moyen de l'anomalie excentrique de la planète troublée et de l'anomalie moyenne g' de la planète troublante. Des deux équations

$$\varepsilon - e\sin\varepsilon = nt + c = g, \quad \varepsilon' - e'\sin\varepsilon' = n't + c' = g'$$

on déduit

$$g' = c' - \mu c + \mu\varepsilon - \mu e\sin\varepsilon, \quad \left(\mu = \frac{n'}{n}\right)$$

ou

$$g' = c' - \mu c + \mu m\pi + \mu(\varepsilon - m\pi) - \mu e\sin\varepsilon\,;$$

je vais montrer que, sous la condition $\frac{\pi}{2} > \varepsilon - m\pi > -\frac{\pi}{2}$, $\varepsilon - m\pi$ se représente d'une infinité de manières par une série trigonométrique convergente, *quelque soit* ε sous les signes sinus.

» Admettant la *possibilité* des deux développements

$$\left.\begin{aligned} \cos^{2i+1}\varepsilon &= C_0^{(i)} - 2C_2^{(i)}\cos 2\varepsilon - 4C_4^{(i)}\cos 4\varepsilon - \ldots \\ \cos^{2i}\varepsilon &= B_1\cos\varepsilon + 3B_3\cos 3\varepsilon + \ldots \end{aligned}\right\} -\frac{\pi}{2} \leqq \varepsilon \leqq +\frac{\pi}{2},$$

il est aisé de déterminer les coefficients C et B au moyen d'intégrales définies prises entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$. Comme pour la formule de représentation de Fourier, on montrera que les séries des seconds membres, lesquelles sont convergentes, sont bien égales aux premiers membres, du moins entre les limites.

» Intègre-t-on maintenant les équations précédentes après avoir multiplié les deux membres de chacune par $d\varepsilon$, on voit que l'arc ε sera exprimé de deux manières différentes par un développement trigonométrique, et, comme l'entier i est arbitraire, il y a une infinité de représentations. C'est là un fait important pour l'analyse aussi bien que pour les applications. On doit au savant directeur de l'Observatoire de Stockholm d'avoir appelé l'attention sur ce point et d'avoir montré comment il est possible de régler la convergence des développements trigonométriques en profitant de ces résultats.

» Des deux équations précédentes on peut, en effet, obtenir des développements trigonométriques représentant l'unité entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$ de ε, et l'on voit aisément qu'il y a une infinité de manières de représenter l'unité entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, en ajoutant cette condition que pour une certaine valeur arbitraire de ε, en dehors des limites, le développement soit nul.

» Observons que c'est pour la valeur π de ε dans la première portion de l'orbite $\left(-\frac{\pi}{2} < \varepsilon < +\frac{\pi}{2}\right)$, pour la valeur σ dans la seconde $\left(\frac{\pi}{2} < \varepsilon < \frac{3\pi}{2}\right)$, que les développements suivant ε sont peu convergents, les valeurs particulières étant à ce moment un peu discordantes. Appelons $\sigma(\varepsilon)$ un des développements trigonométriques qui représentent l'unité entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$ de ε et qui sont nuls pour $\varepsilon = \pi$; il est clair que la multiplication par $\sigma(\varepsilon)$ et $\sigma(\pi - \varepsilon)$ augmentera la convergence des résultats.

» Le Tableau suivant servira de justification; il se rapporte au calcul des perturbations de Héra, et la circonférence est divisée en seize parties :

	VALEURS PARTICULIÈRES.			
ε	$a\frac{d\Omega}{d\varepsilon}$	$\sigma a\frac{d\Omega}{d\varepsilon}$	$ar\frac{d\Omega}{dr}$	$\sigma ar\frac{d\Omega}{dr}$
0...	−22,89		−21,65	
1...	+ 0,36		−22,64	
2...	+15,87		−15,51	
3...	+24,54		− 4,92	
4...	+27,62		+ 6,48	
5...	+26,31	+26,27	+17,12	+17,09
6...	+21,10	+17,89	+26,49	+22,46
7...	+ 2,55	+ 0,63	+34,84	+ 8,59
8...	−26,63	0,00	+ 4,25	0,00
9...	+10,42	+ 2,57	+35,31	+ 8,70
10...	−11,40	− 9,67	+34,96	+29,65
11...	−20,28	−20,25	+29,28	+29,24
12...	−26,46		+21,09	
13...	−29,63		+10,56	
14...	−28,60		− 1,46	
15...	−22,05		−13,62	

	DÉVELOPPEMENTS.			
	$a\frac{d\Omega}{d\varepsilon}$	$\sigma a\frac{d\Omega}{d\varepsilon}$	$ar\frac{d\Omega}{dr}$	$\sigma ar\frac{d\Omega}{dr}$
cos 0....	− 3″,70	− 2″,74	+ 8″,79	+ 4″,63
cos ε....	− 6,05	− 8,12	−24,41	−16,94
cos 2ε...	− 7,19	− 4,72	− 7,23	−12,42
cos 3ε...	+ 2,08	− 0,92	+ 3,31	+ 5,54
cos 4ε...	− 5,67	− 2,15	− 4,29	− 3,65
cos 5ε...	+ 2,83	− 1,10	+ 4,09	+ 1,26
cos 6ε...	− 5,48	− 1,29	− 4,01	+ 0,12
cos 7ε...	+ 3,02	− 1,31	+ 4,07	− 0,68
cos 8ε...	− 2,73	− 0,54	− 1,96	+ 0,50
sin ε....	+25,90	+25,73	− 7,47	− 7,33
sin 2ε...	+ 4,85	+ 4,94	− 1,75	− 1,94
sin 3ε...	− 3,10	− 2,84	+ 0,06	+ 0,22
sin 4ε...	+ 2,84	+ 2,09	− 0,66	− 0,70
sin 5ε...	− 3,19	− 2,06	+ 0,40	+ 0,32
sin 6ε...	+ 1,85	+ 0,72	− 0,35	− 0,22
sin 7ε...	− 1,24	− 0,52	+ 0,17	+ 0,08

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle forme des coordonnées dans le problème des deux corps.* Note de M. **H. Gyldén**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note précédente, on a donné les expressions pour les coordonnées d'un mobile qui se meut sous l'influence d'une force centrale selon la loi newtonienne, la variable indépendante étant une intégrale elliptique de la première espèce. Nous allons maintenant montrer que ces expressions représentent encore les coordonnées du mobile si l'excentricité est plus grande que l'unité, et même si la force est répulsive.

» Si l'excentricité est plus grande que l'unité, le module dont dépendent les fonctions elliptiques devient aussi plus grand que l'unité, parce qu'on a

$$k^2 = \frac{2e}{1-e};$$

par conséquent, le module k' devient imaginaire. Il faut maintenant qu'on fasse application des formules bien connues de la théorie des fonctions elliptiques pour réduire les formules dont il s'agit au module moindre que l'unité.

» Par un tel procédé, on obtient immédiatement les formules

$$\sin\tfrac{1}{2}v = \frac{1}{k}\,\mathrm{sn}\left(ku, \frac{1}{k}\right),$$

$$\cos\tfrac{1}{2}v = \mathrm{dn}\left(ku, \frac{1}{k}\right),$$

$$r = \frac{2a}{1+k'^2}\,\frac{k'^2}{\left[\mathrm{cn}\left(ku, \frac{1}{k}\right)\right]^2},$$

$$n\,dt = \frac{4}{1+k'^2}\,\frac{k'^3}{\left[\mathrm{cn}\left(ku, \frac{1}{k}\right)\right]^3}\,du,$$

par lesquelles le mouvement dans l'orbite hyperbolique est déterminé. On les pourrait déduire directement en partant des équations différentielles du mouvement, et l'on trouverait ainsi un résultat identique.

» Remarquons encore que, dans l'hyperbole, la valeur de a est négative, de sorte que n est imaginaire; on aura donc des valeurs positives pour r et des valeurs réelles pour u.

» Si μ est négatif, le mobile parcourt l'autre branche de l'hyperbole;

on obtient les expressions des coordonnées en remplaçant e par $-e$. On conçoit facilement qu'on doit en même temps mettre $i\frac{k}{k'}$ à la place de k, $(i=\sqrt{-1})$ et $\frac{1}{k'}$ à la place de k'. Il en résulte

$$\sin\tfrac{1}{2}v = -i\frac{k'}{k}\,\mathrm{sn}\left(i\frac{k}{k'}u,\ i\frac{k'}{k}\right),$$

$$\cos\tfrac{1}{2}v = \mathrm{dn}\left(i\frac{k}{k'}u,\ i\frac{k'}{k}\right),$$

$$r = \frac{2a}{1+k'^2}\,\frac{1}{\left[\mathrm{cn}\left(i\frac{k}{k'},\ i\frac{k'}{k}\right)\right]^2},$$

$$ndt = -\frac{4i}{k(1+k'^2)}\,\frac{d\frac{ik}{k'}u}{\left[\mathrm{cn}\left(i\frac{k}{k'},\ i\frac{k'}{k}\right)\right]^3}.$$

» Ayant introduit la variable indépendante u au lieu de t, on obtient les équations différentielles du mouvement sous la forme suivante :

$$\frac{d^2x}{du^2} + 3k^2\frac{\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{cn}\,u}{\mathrm{dn}\,u}\frac{dx}{du} + 2(1+k'^2)x = 0,$$

$$\frac{d^2y}{du^2} + 3k^2\frac{\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{cn}\,u}{\mathrm{dn}\,u}\frac{dx}{du} + 2(1+k'^2)y = 0,$$

ou, si l'on pose $u_1 = (1+k')u$ et $k_2 = \frac{1-k'}{1+k'}$,

$$\frac{d^2x}{du_1^2} + 3k_1\,\mathrm{sn}\,u_1\frac{dx}{du_1} + (1+k_1^2)x = 0,$$

$$\frac{d^2y}{du_1^2} + 3k_1\,\mathrm{sn}\,u_1\frac{dy}{du_1} + (1+k_1^2)y = 0.$$

Les intégrales de ces équations s'expriment ainsi :

$$x = \alpha(\mathrm{dn}\,u_1 + k_1\,\mathrm{cn}\,u_1)\,\mathrm{sn}\,u_1 + \alpha_1[k_1 + (1+k_1^2)(\mathrm{dn}\,u_1 + k_1\,\mathrm{cn}\,u_1)\,\mathrm{cn}\,u_1],$$

$$y = \beta(\mathrm{dn}\,u_1 + k_1\,\mathrm{cn}\,u_1)\,\mathrm{sn}\,u_1 + \beta_1[k_1 + (1+k_1^2)(\mathrm{dn}\,u_1 + k_1\,\mathrm{cn}\,u_1)\,\mathrm{cn}\,u_1].$$

» Les quatre constantes introduites par l'intégration sont fonctions de a, e et de l'angle que fait la direction du grand axe de l'ellipse avec la direction de l'axe des x; la quatrième constante arbitraire est l'époque à partir de laquelle on compte le temps. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Développements de* séc x *et de* tang x. Note de M. D. André, présentée par M. Hermite.

« On n'a point donné jusqu'à présent, du moins à ma connaissance, de développement, suivant les puissances de x, soit de tang x, soit de séc x, où les coefficients aient une définition simple, nette, indépendante de tout autre développement. L'objet de la présente Note est de combler cette lacune.

» Les nombres que j'y emploie résultent immédiatement de la notion, probablement toute nouvelle, des permutations *alternées* de n éléments distincts.

» Pour définir celles-ci, considérons n éléments distincts $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$, et formons-en toutes les permutations. Si dans l'une quelconque d'entre elles nous retranchons chaque indice du suivant, nous obtenons une suite de $n-1$ différences. Lorsque, tout le long de cette suite, ces différences sont *alternativement* positives et négatives, la permutation est *alternée;* lorsque, au contraire, cette continuelle alternance des signes ne se présente pas, la permutation n'est pas alternée. Par exemple, dans le cas particulier où $n=4$, les permutations $\alpha_1\alpha_3\alpha_2\alpha_4$, $\alpha_3\alpha_2\alpha_4\alpha_1$ sont alternées, et les permutations $\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_1$, $\alpha_3\alpha_2\alpha_1\alpha_4$ ne le sont pas.

» Le nombre des permutations alternées de n éléments distincts est, par sa nature même, toujours positif et entier. On peut démontrer aisément qu'il est aussi toujours pair. Je le représente par $2A_n$, en convenant de donner à chacun des nombres A_0, A_1, A_2, qui sont en eux-mêmes dépourvus de sens, une valeur numérique égale à l'unité. Les nombres A_n, qui sont les moitiés des nombres des permutations alternées de n éléments distincts, possèdent ainsi une définition combinatoire extrêmement nette. Ils sont pour le moins aussi faciles à calculer de proche en proche que les nombres de Bernoulli. Ils donnent pour séc x, de même que pour tang x, une forme de développement qui paraît être la plus simple possible.

» Pour montrer combien ces nombres A_n sont faciles à calculer, il me suffit de faire observer que A_{n+1} est lié aux nombres précédents $A_0, A_1, A_2, \ldots, A_n$ par la relation

$$2A_{n+1} = C_n^0 A_0 A_n + C_n^1 A_1 A_{n-1} + C_n^2 A_2 A_{n-2} + \ldots + C_n^n A_n A_0,$$

qui s'établit par les raisonnements combinatoires les plus simples, qui subsiste pour toutes les valeurs de n entières et supérieures à zéro, et où les

coefficients C_n^0, C_n^1, C_n^2, ..., C_n^n sont ceux du développement de la $n^{\text{ième}}$ puissance du binôme.

» Cette formule donne évidemment le moyen de calculer de proche en proche toutes les valeurs de A_n. Elle permet en outre, ce qui est sans nul doute beaucoup plus important, de déterminer la fonction génératrice du rapport $\frac{A_n}{n!}$.

» En effet, si l'on pose

$$Y = A_0 + \frac{A_1}{1!}x + \frac{A_2}{2!}x^2 + \frac{A_3}{3!}x^3 + \frac{A_4}{4!}x^4 + \ldots,$$

la formule considérée conduit naturellement à l'équation différentielle

$$2\frac{dY}{dx} = 1 + Y^2,$$

laquelle, si l'on y joint la condition $Y = 1$ pour $x = 0$, nous donne immédiatement la fonction génératrice

$$Y = \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2}\right).$$

» On a donc identiquement, pour toutes les valeurs de x dont le module est inférieur à une certaine limite,

$$\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2}\right) = A_0 + \frac{A_1}{1!}x + \frac{A_2}{2!}x^2 + \frac{A_3}{3!}x^3 + \frac{A_4}{4!}x^4 + \ldots.$$

» A l'aide des identités élémentaires

$$\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2}\right) + \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{x}{2}\right) = 2\operatorname{séc} x,$$
$$\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2}\right) - \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{x}{2}\right) = 2\operatorname{tang} x,$$

on en déduit les développements

$$\operatorname{séc} x = A_0 + \frac{A_2}{2!}x^2 + \frac{A_4}{4!}x^4 + \frac{A_6}{6!}x^6 + \ldots,$$
$$\operatorname{tang} x = \frac{A_1}{1!}x + \frac{A_3}{3!}x^3 + \frac{A_5}{5!}x^5 + \frac{A_7}{7!}x^7 + \ldots,$$

dans chacun desquels A_n représente toujours la moitié du nombre des permutations alternées de n éléments distincts.

» Ce sont là les deux formules que je me proposais de faire connaître.

On en peut déduire sans peine les développements de cosécx et de cot$x$, les valeurs de diverses séries, les sommes des coefficients des polynômes en k^2 que présentent les développements des fonctions elliptiques suivant les puissances croissantes de la variable. J'exposerai en détail tous ces résultats, ainsi que plusieurs autres, dans un Mémoire *Sur les permutations alternées.* »

PHYSIQUE. — *Sur deux applications de la méthode de MM.* Fizeau *et* Foucault. Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Ces applications reposent : 1° sur la substitution d'un réseau connu au prisme disperseur [1]; 2° sur l'emploi des formules de dispersion.

» J'entends par réseau connu un réseau dont la distance des traits aura été déterminée par la condition que la longueur d'onde de D, soit 0,000 5888.

» I. *Mesure de l'épaisseur d'une lame cristalline parallèle.* — La mesure dont il s'agit se rapporte aux lames d'une substance dont les indices de réfraction ont été déterminés pour le plus grand nombre possible de raies fixes, mesurées elles-mêmes avec l'unité précédente : tel est, en particulier, le système de M. Mascart [2].

» Prenons, par exemple, une lame de quartz parallèle; plaçons-la à 45 degrés, entre deux polariseurs, le tout devant la fente d'un bon goniomètre armé de son réseau, et faisons traverser le système par un filet solaire. Les spectres se sillonnent des bandes connues [3]. Je m'en tiens au premier spectre et numérote les bandes à partir de l'une d'elles, bien sûrement repérée par son voisinage avec une ligne de Fraunhofer. Pour chacune de ces bandes, les polariseurs étant supposés croisés, l'expression $\frac{e(n'-n)}{\lambda}$, dans laquelle e est l'épaisseur de la lame, n' et n les indices du quartz pour la longueur d'onde λ, est un nombre entier. Si la bande numérotée 0 est la plus diffractée et que k soit le nombre entier qui lui correspond, les nombres successifs correspondant aux autres seront $k+1$, $k+2$, ...

» Rüdberg et M. Mascart ont déterminé les indices du quartz pour les

(1) Le premier qui, à ma connaissance, ait fait cette substitution est M. Stefan (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, t. L, p. 138).

(2) *Annales de l'École Normale*, 1re série, t. I (*voir* p. 258) et t. IV, p. 29.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI et XXX.

principales raies de Fraunhofer. Au moyen des nombres de M. Mascart, de B à G, j'ai calculé par la méthode des moindres carrés les coefficients α et β de la série simplifiée de Cauchy

$$n' - n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2}.$$

» J'ai obtenu

$$\alpha = 0{,}0088205,$$
$$\beta = 0{,}0001093.$$

» Si l'on compare les valeurs de $n' - n$ calculées par cette formule avec les valeurs observées, on verra que les différences sont de même ordre que celles qui existent entre les nombres fournis par les deux physiciens, et, en tout cas, que la substitution de la série $n' - n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2}$ à la fonction inconnue de λ qui définit $n' - n$ entre B et G n'entraîne jamais une erreur de $\frac{1}{300}$ dans la valeur de $n' - n$.

» Si ρ désigne la distance de deux traits du réseau, δ_n la déviation mesurée de la $n^{\text{ième}}$ bande dans le premier spectre, nous avons une série d'équations de la forme générale

$$\frac{e\alpha}{\rho \sin \delta_n} + \frac{\beta e}{\rho^3 \sin^3 \delta_n} = k + n.$$

» La division membre à membre de deux quelconques d'entre elles fera disparaître e et nous fournira la valeur de k. Le nombre ainsi obtenu sera, tant que la lame n'atteindra pas de très-grandes épaisseurs, très-voisin d'un nombre entier, et ce sera ce nombre entier qui sera la vraie valeur de k.

» Chaque équation fournira alors une valeur de e, que l'on obtiendra soit en se servant encore de la série, soit mieux en calculant par interpolation les valeurs de $n' - n$ correspondant dans le Tableau des indices aux différents $\lambda = \rho \sin \delta$ des bandes.

» J'ai employé ce procédé pour mesurer l'épaisseur de lames minces de quartz, collées sur verre, me défiant de la méthode des couleurs de Biot, de moins en moins précise à mesure que l'épaisseur multiplie les effets négligés de dispersion. Ainsi une lame a été trouvée de $0^{\text{mm}},247$, à laquelle la méthode des teintes aurait assigné $0^{\text{mm}},224$. Si la lame est trop mince pour fournir au moins deux belles bandes, on l'associe parallèlement à une autre connue, etc.

» L'unité de longueur que l'on se trouve avoir employée dans ce mode de mesure est ce que l'on pourrait appeler le *millimètre de Fraunhofer*. Les

épaisseurs obtenues seront par conséquent exprimées en longueurs d'onde de D_1 si on les multiplie par $\frac{1}{0,0005888}$.

» Sans vouloir m'immiscer dans la grave question de l'estimation pratique et rigoureuse d'une longueur donnée en longueurs d'onde, je donnerai pourtant le résultat suivant, obtenu assez rapidement par la méthode que je viens d'exposer : il s'agit d'une lame de quartz dont l'épaisseur, à un sphéromètre Cauchois, est $1^{mm},002$; le goniomètre employé est de MM. Brünner, ainsi que le réseau; ρ, déterminé comme il est dit plus haut, est $\frac{1000^{\mu}}{100,3}$ (je désigne par μ le millième du millimètre de Fraunhofer). J'ai pointé neuf bandes, sept avec les polariseurs croisés et deux avec les polariseurs parallèles. Le nombre k, dans le premier cas, a été 14,1, d'où 14.

» Voici les épaisseurs obtenues : $985^{\mu},24$, 984,68, 985,47, 985,14, 984,63, 984,01, 984,63, 984,95, 984,99, d'où en moyenne $984^{\mu},86$, dont la plus forte différence avec les valeurs obtenues est $0^{\mu},85$. Il en résulte que le millimètre du sphéromètre employé vaudrait environ $\frac{984,86}{1002}$ millimètres de Fraunhofer, ou 1669 longueurs d'onde de D_1.

» II. *Étude de la dispersion de double réfraction d'une lame.* — MM. Fizeau et Foucault ont donné ce nom au produit $e(n-n')$ et ont fait remarquer qu'on en aurait les valeurs correspondant aux différentes bandes si l'on connaissait le nombre entier k propre à l'une d'elles; mais le moyen qu'ils proposent pour déterminer ce nombre est en général difficilement praticable. Or, si l'on admet *a priori* le développement en série sous la forme $a + \frac{b}{\lambda^2} + \ldots$ de $n' - n$, il suffira de prendre dans le système établi plus haut une équation de plus qu'on n'a admis de constantes et d'éliminer celles-ci.

» J'ai fait l'application à une lame de gypse. En prenant seulement deux constantes et les équations des trois premières bandes, j'ai obtenu pour k 10,09, d'où 10. En calculant alors les valeurs successives de $e(n-n')$ correspondant aux λ des bandes, j'ai obtenu les résultats suivants :

Longueurs d'onde.	$e(n-n')$.	$n-n'$.
μ		
0,5903	5,908	0,00988
0,5363	5,897	0,00986
0,5125	5,893	0,00985
0,4910	5,891	0,00985
0,4543	5,896	0,00986
0,4214	5,903	0,00987

» Ce Tableau montre que la différence $n - n'$ des deux indices principaux du gypse passe par un minimum dans les environs de la longueur d'onde 0,4910, c'est-à-dire entre E et F.

» M. von Lang, dans des mesures d'indice faites par la méthode du prisme, a constaté ce minimum vers E ([1]).

» L'épaisseur de la lame ramenée au millimètre de Fraunhofer a été trouvée de 598^{μ}; j'ai ainsi obtenu les valeurs de $n - n'$ un peu plus fortes, je dois le dire, que celles qu'on attribue généralement au gypse. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur l'éther silicique.* Note de M. J. **Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« I. La chaleur de formation de l'éther silicique peut être déterminée par deux méthodes inverses : par analyse, en décomposant ce corps en silice et alcool, dès la température ordinaire, sous l'influence d'une grande quantité d'eau; par synthèse, en le formant directement à l'aide du chlorure de silicium et de l'alcool absolu.

» La décomposition de l'éther silicique, sans être instantanée, est cependant assez rapide pour être mesurée, à la condition d'opérer avec un très-grand excès d'eau, dans une fiole où l'agitation est facile et complète. La réaction est la suivante :

$$(C^4H^4)^4SiO^4 4HO \text{ pur} + 4H^2O^2 + \text{excès d'eau} = 4(C^4H^6O^2) \text{ étendu} + SiO^4 4HO \text{ diss.}$$

Cette réaction dégage $+ 21^{cal},6$, moyenne de deux expériences concordantes, à la température de $+ 11°$. La même quantité de chaleur, prise en signe contraire, exprime la chaleur absorbée dans la formation de l'éther silicique pur, à partir de l'alcool étendu et de l'acide silicique dissous; il faut seulement en retrancher la quantité de chaleur correspondant à la dissolution dans l'eau de 4 équivalents d'alcool. On obtient ainsi, pour la chaleur de formation de l'éther silicique, depuis l'alcool pur et l'alcool silicique dissous dans l'eau, le nombre $11^{cal},44$.

» II. L'action du chlorure de silicium sur l'alcool absolu fournit un moyen de contrôler le résultat précédent. On a en effet :

$$\begin{aligned} &SiCl^4 + 4(C^4H^6O^2) + \text{excès d'alcool} \\ &\quad = 4HCl \text{ diss. dans l'alcool} + (C^4H^4)^4[SiO^4, 4HO] \text{ diss. dans l'alcool.} \end{aligned}$$

Cette réaction ne donne lieu, dans les conditions de l'expérience, à aucune

([1]) *Journal de Physique*, t. VII, p. 277.

formation d'éther chlorhydrique, ainsi que je l'ai constaté en dosant l'acide chlorhydrique à l'état de chlorure d'argent.

» L'expérience thermique étant réalisée de telle sorte que l'acide chlorhydrique formé restât entièrement dissous, j'ai trouvé

$1^{éq}$ $SiCl^4$ + $26^{éq}$ alcool absolu dégage ... + 42^{cal},3 vers + 10°.

» Pour déduire de ce nombre la chaleur de formation de l'éther silicique, il faut connaître :

» 1° La chaleur dégagée par la dissolution de l'éther silicique formé, dans l'excès d'alcool. Cette quantité, mesurée directement, a été trouvée égale à + 1^{cal},06;

» 2° La chaleur dégagée par la dissolution de 4 équivalents d'acide chlorhydrique dans le mélange même d'alcool et d'éther silicique employé dans l'expérience ci-dessus. Ce chiffre a été également déterminé sur un mélange d'acide, d'éther et d'alcool reproduisant les rapports d'équivalents qui existaient dans les expériences mêmes. La quantité de chaleur trouvée est, pour 4HCl, de + 53^{cal},4, nombre sensiblement inférieur à celui qui représenterait la chaleur de dissolution de l'acide chlorhydrique dans l'alcool pur, pour des proportions analogues.

» 3° La chaleur dégagée dans la transformation du chlorure de silicium en acide chlorhydrique et silice dissoute, chiffre égal à — 69^{cal},0 (Berthelot), et qui devient + 0^{cal},6 si l'on ramène l'acide chlorhydrique à l'état gazeux, la chaleur de dissolution de 4HCl étant de + 69^{cal},6 (Berthelot).

» On a donc. en définitive, les deux cycles suivants, conduisant au même état final :

	cal
I. SiO^4 hyd. + 4HCl diss. = $SiCl^4$ + eau	— 69,0
Séparation de 4HCl gaz	+ 69,6
Réaction de $SiCl^4$ + $26^{éq}$ alcool	+ 42,3
Somme............	+ 42,9
II. SiO^4 hydr. + alcool	x
Dissolution de 4HCl dans l'alcool.........	+ 53,4
Dissolution de l'éther silicique dans l'alcool..	+ 1,06
Somme...........	54,06 + x

» On tire de là, pour x, la valeur de — 11^{cal},56, chiffre concordant avec le nombre — 11^{cal},44, obtenu par la méthode inverse. La chaleur de formation de l'éther silicique est donc en moyenne — 11^{cal},5. Cet éther

dérive, on le sait, de 4 équivalents d'alcool. Rapporté à un seul équivalent d'alcool, ce nombre devient $-2^{cal},9$. Cette absorption de chaleur est du même ordre que celle qui correspond à la formation des différents éthers composés. Ainsi l'on a, d'après les données de M. Berthelot, pour la réaction

Acide étendu + alcool étendu = éther pur + eau,

les absorptions de chaleur suivantes :

Éther oxalique pour $1^{éq}$ d'alcool...........	$-3,3$
Éther nitrique...........................	$-3,6$
Éther acétique...........................	$-5,0$

» III. J'ai déterminé, dans le cours de ces recherches, la chaleur spécifique et la chaleur de vaporisation du chlorure de silicium et de l'éther silicique. Ces mesures ont été faites à l'aide des méthodes et des appareils proposés par M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII). Voici les résultats obtenus :

Chaleur spécifique du chlorure de silicium entre 50 et 13 degrés.

I. $0^{cal},199$
II. $0^{cal},200$ } Moyenne, $0^{cal},1995$; pour 1 équivalent.. $33^{cal},9$

Chaleur de vaporisation du chlorure de silicium à la pression atmosphérique.

I. $37^{cal},5$
II. $37^{cal},2$ } Moyenne, $37^{cal},35$; pour 1 équivalent..... $6^{cal},3$

Chaleur spécifique de l'éther silicique entre 84 et 15 degrés.

I. $0^{cal},425$
II. $0^{cal},428$ } Moyenne, $0^{cal},4265$; pour 1 équivalent.. $88^{cal},7$

Chaleur de vaporisation de l'éther silicique.

I. $33^{cal},9$
II. $33^{cal},4$ } Moyenne, $33^{cal},65$; pour 1 équivalent... $7^{cal},0$ (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action des sels ammoniacaux sur quelques sulfures métalliques et de l'application des faits observés à l'analyse minérale.* Note de M. **Ph. de Clermont.**

« Ayant continué l'étude de l'action des sels ammoniacaux sur les sulfures métalliques (2), je suis arrivé aux résultats suivants.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

(2) *Sur la dissociation des sels ammoniacaux en présence des sulfures métalliques*, par

» Les sulfures de bismuth, de cadmium et de cuivre ne sont pas altérés lorsqu'on les fait bouillir avec une solution de sel ammoniac; le monosulfure et le bisulfure de mercure ne le sont pas davantage. Le trisulfure d'antimoine se décompose complétement avec le sel ammoniac en fournissant du sulfure d'ammonium qui se volatilise et du chlorure d'antimoine qu'on retrouve en solution avec le chlorure d'ammonium. Le bisulfure d'étain donne, dans ces circonstances, de l'acide stannique, et il n'entre point d'étain en dissolution. Le monosulfure brun subit une décomposition analogue, se décolore et se transforme en protoxyde.

» Les métaux qui, en solution acide, ne sont pas précipités par l'hydrogène sulfuré, mais que le sulfhydrate d'ammoniaque transforme soit en sulfures, soit en oxydes insolubles, se comportent après l'action de ce réactif d'une manière particulière avec le sel ammoniac. On a déjà fait voir que le sulfure de manganèse se dissolvait en fournissant du chlorure. Le sulfure de fer est exactement dans le même cas et se transforme en protochlorure. Les sulfures de cobalt et de nickel se dissolvent également, mais plus lentement que les précédents. Quant au sulfure de zinc, il résiste encore mieux à l'action dissolvante; néanmoins, à la longue, on parvient à le dissoudre. De plus, tous les chimistes savent que l'alumine et l'oxyde de chrome précipités par le sulfhydrate d'ammoniaque sont insolubles dans le sel ammoniac. Ces faits m'ont conduit à une méthode de séparation de métaux qui est avantageuse à certains égards.

» Si l'on a affaire à une solution renfermant du cobalt, du nickel, du manganèse, du fer, de l'alumine, du chrome et du zinc, on précipitera par le sulfhydrate d'ammoniaque et l'on ajoutera le mélange à une solution bouillante de sel ammoniac, en ayant soin de continuer l'ébullition pendant un temps suffisamment long. Le manganèse et le fer se dissoudront en totalité, le cobalt, le nickel et le zinc en partie, et l'on aura à l'état insoluble la totalité de l'alumine et du chrome avec une partie du cobalt, du nickel et du zinc; la filtration s'opérera rapidement, parce que les précipités se seront modifiés par la contraction, et la liqueur filtrée ne sera pas colorée en brun, ainsi qu'il arrive lorsqu'on a du sulfure de nickel en présence de sulfhydrate d'ammoniaque. Comme on aura d'une part les deux oxydes et un certain nombre de sulfures à l'état insoluble et de l'autre plusieurs métaux en dissolution, on achèvera l'analyse en appliquant les procédés connus.

MM. Ph. de Clermont et H. Guiot (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 37).

On voit que le problème, tel qu'il se pose généralement, aura été simplifié et donnera même de meilleurs et de plus rapides résultats toutes les fois qu'on n'est pas en face du cas le plus compliqué admis dans l'exemple choisi.

» On s'est assuré qu'au point de vue de l'analyse quantitative l'ébullition du précipité obtenu avec le sulfhydrate d'ammoniaque peut être effectuée en présence du sel ammoniac, notamment lorsqu'on veut séparer le fer et le manganèse de l'alumine et de l'oxyde de chrome. Les résultats sont précis; l'alumine et l'oxyde de chrome se débarrassent complétement de fer et de manganèse et permettent, à la faveur de leur état d'agrégation, une filtration et un lavage rapides.

» En se reportant aux observations faites à propos du bismuth, du cuivre, du cadmium et de l'argent, on comprend que ces métaux pourraient être séparés, par le même procédé, du fer et du manganèse; les méthodes usuelles cependant sont généralement préférables. Je n'insisterai pas davantage sur les diverses applications analytiques qui résultent des faits signalés dans cette Note; je me réserve d'en rendre compte dans un Mémoire plus étendu.

» Les autres sels ammoniacaux agissent également sur les sulfures métalliques en se dissociant et en donnant naissance à du sulfure d'ammonium. On a constaté que l'oxalate d'ammoniaque donnait avec le sulfure de fer de l'oxalate de fer cristallisé; le tartrate fournit du tartrate blanc de fer et le succinate décompose entièrement les sulfures de fer et de manganèse avec formation des succinates correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation du glycocolle au moyen de l'éther nitracétique.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Il résulte des travaux de MM. Meyer et O. Stuber que les éthers bromhydriques et iodhydriques de la série grasse, traités par l'azotite d'argent, donnent naissance à des éthers nitreux isomères, qui par réduction fournissent des alcalis. J'ai pensé qu'on pourrait appliquer la même réaction à l'éther bromhydrique de l'acide glycollique (*éther bromacétique*).

» J'ai fait agir, dans un ballon chauffé au bain d'huile et muni d'un réfrigérant ascendant, l'éther monobromacétique sur l'azotite d'argent parfaitement sec et mélangé de son volume de sable siliceux. La réaction est

presque instantanée; elle donne toujours lieu à un faible dégagement de vapeurs nitreuses, qui proviennent d'un commencement de décomposition; elle est représentée par l'équation suivante :

$$C^4H^4[C^4H^2(HBr)O^4] + AgAzO^4 = AgBr + C^4H^4[C^4H^2(AzO^4H)O^4].$$

» Lorsque la masse est devenue entièrement jaune, on renverse le réfrigérant et l'on procède à la distillation. Il passe un produit, légèrement coloré par les vapeurs nitreuses, que l'on fractionne en recueillant ce qui passe à 150 degrés. Il est bon de ne pas multiplier ces fractionnements, car l'action prolongée de la chaleur le décompose.

» Cet éther, ainsi préparé, bout à 151-152 degrés; sa densité est 1,133 à zéro; son odeur rappelle celle des éthers nitreux, et ses vapeurs n'irritent pas les yeux comme celles de l'éther bromacétique.

Soumis à l'analyse, il a donné :

	I.	II.	$C^8H^7AzO^8$
C..............	36,7	35,4	36,09
H..............	4,98	5,3	5,2
Az..............	»	10,8	10,5

» C'est donc bien l'éther de l'acide nitré dérivé de l'acide glycollique, c'est-à-dire l'éther nitracétique.

» J'ai pensé que ce composé, comme les corps découverts par M. Meyer, donnerait un produit de réduction qui, dans ce cas particulier, serait le glycocolle. C'est ce que l'expérience a confirmé.

» On réduit l'éther nitracétique au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique; le mélange s'échauffe fortement, et la solution renferme du chlorure double d'étain et de glycocolle. Lorsque la réduction est terminée, on étend d'eau la liqueur, on précipite l'étain par l'hydrogène sulfuré, on filtre et l'on concentre; on obtient ainsi un liquide fortement acide qui dans le vide laisse déposer, au bout de quelques jours, de petits cristaux de chlorhydrate de glycocolle. L'équation suivante rend compte de la réaction :

$$C^4H^4[C^4H^2(AzO^4H)O^4] + 3H^2 = C^4H^4[C^4H^2(AzH^3)O^4] + 2H^2O^2.$$

» Comme il est difficile d'isoler le glycocolle au moyen du chlorhydrate, qui dans ces conditions cristallise très-lentement, j'ai pensé qu'il était préférable de préparer le glycocollate d'argent.

» A cet effet, on traite la dissolution de chlorhydrate de glycocolle par

l'oxyde d'argent humide pendant deux heures, et l'on filtre le mélange bouillant; il se dépose une masse cristalline qui, après dessiccation, forme des cristaux blancs nacrés, noircissant à la lumière, qui constituent le glycocollate d'argent. En effet, ils ont donné à l'analyse :

	I.	II.	$C^4H^4AgAzO^4,HO$.
C.............	12,72	»	12,57
H.............	2,90	»	2,62
Az.............	7,56	»	7,33
Ag.............	56,07	56,35	56,54

» On élimine facilement l'argent de cette combinaison par l'hydrogène sulfuré, qui met en liberté le glycocolle.

» Je poursuis ces recherches et je me propose d'étudier la même réaction sur un certain nombre de dérivés éthérés [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la production de conidies par un Bacillus.* Note de M. **Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Le 14 juin 1876, le Dr Spillmann, aujourd'hui agrégé de la Faculté de Médecine de Nancy, présentait à la Société de Médecine de la même ville l'observation d'une accouchée dont le sang contenait une quantité innombrable de Bacillus. M. Spillmann eut l'obligeance de me faire tenir une petite quantité de ce sang, pour déterminer l'être qu'il avait eu sous les yeux (*Revue médicale de l'Est*, p. 52). Dans une Note subséquente (même Journal, p. 159), le même observateur rend compte des résultats auxquels je suis parvenu, c'est-à-dire à la production de *conidies*, lorsqu'on plongeait ces Bacillus dans la liqueur nutritive dont la formule a été indiquée par M. Pasteur. La formation de conidies par les Bacillus a donc été indiquée par moi deux mois avant que le Mémoire de Koch sur la maladie du sang de rate n'ait paru dans les *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* (de Cohn). J'ajouterai que le cadavre mentionné répandait une odeur tout à fait spéciale, que je signale aux médecins pratiquant une autopsie de ce genre. Je ferai encore remarquer que le sang de ce cadavre, injecté dans le tissu sous-cutané d'un lapin, le fit mourir en trente-six heures, tandis que la même opération, répétée *huit fois* avec des conidies, ne fut pas une seule fois suivie d'accidents. Je désigne, dans mes Cours, depuis trois ans, ce végétal sous le nom de *Bac. puerperalis*.

» Dans un petit Mémoire, intitulé *Observations microscopiques des eaux*

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Loir, à la Faculté des Sciences de Lyon.

du département de Meurthe-et-Moselle, j'ai signalé aussi les conidies d'un Leptothrix véritable (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy,* 1876, n° 4, p. 84). Ce passage a aussi passé inaperçu, car M. O. Kirchner, dont la *Flore algologique de Silésie* a paru à la fin de l'année dernière, n'admet qu'avec doute ces conidies.

» Dans ces derniers temps, on a beaucoup parlé d'une maladie produite par un Leptothrix : je crois qu'il y a erreur de détermination, car la diagnose de Rabenhorst (*Flora Europæa algorum,* etc., t. II, p. 73) qui sert encore actuellement de règle aux algologues, porte : *Trichomata tenuissima, abbreviata, adhærentia,* etc. Le mot *adhærentia* est imprimé en autres caractères que le reste de la diagnose, ce qui indique que Rabenhorst y attachait une importance particulière. Si ces prétendus Leptothrix sont immobiles, ce sont probablement des Bactéridies (Davaine); si, au contraire, ils sont mobiles, et que leur motilité ait échappé aux observateurs, alors ce sont des Bacillus, et probablement l'espèce découverte par M. Spillmann et examinée par moi. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la chaleur sur les fonctions des centres nerveux de l'Écrevisse.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Pour apprécier les fonctions des centres nerveux de l'Écrevisse, il faut d'abord tâcher de séparer les actions volontaires des actions réflexes. Quoique la délimitation exacte de ces deux ordres de phénomènes soit presque impossible à établir, on peut cependant faire quelques distinctions entre certains mouvements de l'animal.

» Si une Écrevisse bien vivante est prise par le dos entre les deux doigts, elle cherche à saisir les objets entre les deux branches de ses pinces. Qu'on touche très-légèrement le bord interne d'une de ces pinces, aussitôt l'animal les rapprochera immédiatement. C'est là une action constante, régulière, fatale, qui, sur une Écrevisse vivace et sortant de l'eau, ne fait jamais défaut. C'est un excellent moyen d'appréciation de l'état des centres nerveux qui ordonnent le mouvement. Remarquons que le contact du bord externe des branches de la pince ne provoque aucune constriction.

» Ce mouvement de constriction, malgré sa constance et sa régularité absolues, n'est pas un acte purement réflexe, car dans l'eau l'Écrevisse ne réagit pas de la même manière. Elle peut choisir entre la constriction

et la non-constriction de la pince, cherchant soit à pincer l'agresseur qui trouble son repos, soit à lui échapper par la fuite. Cette constriction de la pince est donc un acte volontaire. Mais, dans les conditions où nous nous plaçons, cette volonté est constante et régulière.

» Parmi les actions réflexes proprement dites, il y en a trois qu'on peut prendre comme exemples : 1° la section des antennes, ou leur pincement, ou leur électrisation, font qu'aussitôt l'animal les ramène en arrière; 2° l'attouchement des globes oculaires fait rétracter les pédoncules qui portent les yeux; 3° la section d'une des grosses pinces fait faire à une Écrevisse bien vigoureuse cinq à six mouvements de nage de l'appendice caudal. C'est peut-être ce réflexe qui est le plus constant et le plus facile à voir. Lorsqu'il a encore lieu, il indique d'une part que les nerfs (sensitifs et moteurs) sont intacts, d'autre part que la fonction réflexe des centres nerveux a été conservée.

» En soumettant des Écrevisses vigoureuses à des températures de plus en plus élevées, il est possible de voir les diverses fonctions du système nerveux disparaître l'une après l'autre, à mesure que la température s'élève :

» *a*. De 23 à 24 degrés, l'action nerveuse volontaire commence à s'affaiblir. La constriction de la pince est plus faible. Cependant le tissu musculaire a conservé toute son irritabilité. Il y a donc évidemment, à cette température, un trouble dans la fonction du système nerveux volontaire.

» *b*. De 24 à 26 degrés, l'action nerveuse volontaire (au moins pour la constriction de la pince) disparaît complétement, et il n'y a plus d'effort de constriction.

» *c*. De 27 à 29 degrés, l'action nerveuse réflexe disparaît. Cependant les muscles et les nerfs ont conservé leur intégrité et réagissent très-bien aux excitations électriques.

» *d*. Vers 30 degrés, le *flabellum* respiratoire cesse ses mouvements.

» *e*. De 32 à 34 degrés, le nerf devient inactif : on ne peut naturellement parler que du nerf moteur, car, par suite de la disparition totale des actions réflexes et volontaires, il n'y a aucun moyen de constater l'état des nerfs sensitifs.

» *f*. Quant au muscle, c'est de 33 à 36 degrés qu'il perd ses propriétés. A 37 degrés il est tout à fait mort, et il meurt en constriction, la rigidité cadavérique survenant aussitôt.

» Quoiqu'une Écrevisse qui a été plongée pendant quelques minutes dans de l'eau à 32 degrés paraisse tout à fait morte, il suffit de la remettre dans de l'eau froide pour la voir aussitôt revivre. Mais les températures plus hautes sont le plus souvent mortelles. En somme, c'est un phénomène analogue à ce qu'on voit chez les Grenouilles, qui dans de l'eau à 35 degrés paraissent mortes, mais qui, plongées dans de l'eau froide, revivent aussitôt. Notons, en passant, et sans y insister davantage, ce fait

qu'à la température de 23 degrés les fonctions de l'Écrevisse commencent à être altérées, ce qui est bien différent de ce qu'on voit chez la plupart des Vertébrés à sang froid.

» L'asphyxie permet aussi de séparer les diverses fonctions nerveuses de l'Écrevisse. Une Écrevisse dont la pince, quand l'animal sort de l'eau, se contracte avec force et régularité, au bout d'une demi-heure environ, ne peut plus accomplir ce mouvement avec la même force et la même régularité, quoique le muscle soit absolument intact, ainsi qu'on peut le constater par l'examen myographique. C'est d'abord la force de la constriction, puis sa régularité, qui disparaissent. A ce moment, les actions réflexes existent encore; mais, une demi-heure plus tard, elles ne peuvent plus avoir lieu. Cependant, pendant plus de vingt-quatre heures, les nerfs conservent leur irritabilité. Quant au muscle (de la pince), il conserve sa contractilité pendant plus de quatre jours.

» Ainsi, soit par l'asphyxie, soit mieux encore par des températures variant de 23 à 36 degrés, on arrive à paralyser isolément les diverses fonctions des centres nerveux ganglionnaires de l'Écrevisse : il y a l'innervation volontaire, intellectuelle, qui disparaît la première, de 23 à 26 degrés; il y a l'innervation de réflexion proprement dite, qui disparaît de 27 à 29 degrés; il y a enfin l'innervation de la respiration, qui disparaît de 28 à 30 degrés.

» Au point de vue de la Physiologie générale, il est assez remarquable que, chez les Vertébrés, les différentes fonctions du système nerveux s'altèrent en suivant une gradation assez analogue à celle que nous avons constatée chez les Crustacés ([1]). »

HISTOLOGIE. — *De la régénération des nerfs de l'épithélium antérieur de la cornée et de la théorie du développement continu du système nerveux.* Note de M. L. Ranvier.

« Pour étudier la régénération des nerfs de l'épithélium antérieur de la cornée, j'ai employé la méthode de l'or ([2]).

([1]) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

([2]) Le procédé que j'ai suivi est celui que j'ai communiqué à l'Académie dans le courant de l'année dernière (*Comptes rendus*, 1878, p. 1142). Pour les détails relatifs à la distribution des nerfs dans la cornée normale, voir le dernier Mémoire du professeur Hoyer (*Arch. de M. Schultze*, 1873, p. 220).

» Chez un lapin, j'ai d'abord enlevé avec un scalpel l'épithélium antérieur tout entier de l'une des cornées. Cette opération a été suivie d'une kérato-conjonctivite légère et d'une reproduction rapide de l'épithélium. En effet, au bout de huit jours, l'animal ayant été sacrifié, j'ai constaté une régénération complète du revêtement épithélial. Il était un peu plus épais que sur l'œil normal; mais, comme dans ce dernier, il était composé des trois couches cellulaires caractéristiques. Il ne contenait pas de fibres nerveuses. Le plexus sous-épithélial avait été entièrement détruit, et les fibres nerveuses perforantes avaient été coupées. En beaucoup de points même, la membrane limitante antérieure avait été entamée par l'instrument tranchant. A leur extrémité libre, les fibres perforantes présentaient des bourgeons, les uns verticaux, les autres latéraux, les premiers semblant destinés à reproduire bientôt des fibrilles intra-épithéliales, les seconds à reconstituer le plexus sous-épithélial.

» Chez un autre lapin, après avoir enlevé l'épithélium antérieur de l'une des cornées, j'ai attendu quarante jours. Cet épithélium s'était bien reformé, mais il était encore un peu plus épais qu'à l'état normal. Il renfermait de nombreuses fibrilles nerveuses. Dans la plupart des régions, ces fibrilles affectaient leur disposition physiologique caractéristique; dans d'autres, elles étaient de diamètres divers et avaient un trajet irrégulier et anormal; enfin, dans quelques points, la régénération des nerfs était encore rudimentaire, en ce sens que les fibrilles nerveuses se terminaient par des bourgeons situés à des hauteurs différentes du revêtement épithélial.

» Je passe sur beaucoup de détails, que je communiquerai dans une publication plus étendue, pour donner les conclusions suivantes :

» La régénération des cellules de l'épithélium antérieur de la cornée précède celle des nerfs. La reproduction et la nutrition du revêtement épithélial de la cornée sont donc indépendantes du système nerveux. La régénération des fibrilles nerveuses intra-épithéliales se fait par le bourgeonnement des nerfs amputés.

» J'ajouterai que le processus de régénération des nerfs de la cornée se produit suivant le type du développement physiologique. En effet, chez l'enfant nouveau-né et chez le lapin qui vient de naître, la cornée ne contient encore ni plexus sous-épithélial ni fibres nerveuses intra-épithéliales. Les fibres perforantes, après avoir traversé la membrane limitante antérieure, se terminent par de simples bourgeons situés sous l'épithélium ou entre les cellules épithéliales de la première rangée. Chez le cochon d'Inde, qui naît les yeux ouverts et qui alors est déjà bien developpé, le plexus

sous-épithélial et les fibres intra-épithéliales sont entièrement formés au moment de la naissance.

» Je terminerai par l'exposé d'une conception systématique qui repose sur les faits précédemment indiqués et sur quelques expériences que je publierai ultérieurement. Le plexus sous-épithélial et les nerfs intra-épithéliaux ne jouent pas un rôle nécessaire dans la conservation de la cornée. La preuve en est dans ce fait que, après leur extirpation complète, l'animal défend encore parfaitement son œil contre toutes les injures extérieures. Je pense donc qu'il ne faut pas voir la raison de l'existence de ces petits appareils nerveux dans un but physiologique qui leur serait spécial. Cette raison serait tout autre : il faudrait la chercher dans un fait de morphologie très-général. Les dernières ramifications nerveuses, tout en suivant le plan qui leur est imposé par leur organisation, auraient une tendance à végéter continuellement à la périphérie, et elles ne seraient arrêtées dans leur croissance que par les obstacles qu'elles rencontrent, comme les racines des plantes dans l'intérieur du sol. Cette théorie, je l'appellerai *théorie du développement continu du système nerveux.* »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil respiratoire des Ampullaires.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« On a reconnu que les Ampullaires, Mollusques gastéropodes qui vivent dans les contrées chaudes de l'ancien et du nouveau monde, possèdent tout à la fois une branchie et un poumon ; qu'ils sont alors de véritables amphibies, pouvant respirer, suivant les cas, ou l'air en nature ou l'air dissous dans l'eau. Il était intéressant d'étudier les dispositions anatomiques en rapport avec ce double mode de respiration.

» Grâce à l'obligeance de M. E. Dubrueil, directeur de la *Revue des Sciences naturelles,* j'ai eu en ma possession quatre exemplaires vivants d'Ampullaires du Mexique et, sur deux d'entre eux, j'ai pu étudier l'appareil respiratoire et en injecter les vaisseaux.

» L'animal est construit sur le plan des Pectinibranches, c'est-à-dire que dans la région dorsale antérieure il existe une chambre palléale abritant l'appareil respiratoire et dans laquelle vient déboucher la partie terminale du tube digestif et de l'appareil reproducteur, ainsi que le conduit excréteur de la glande rénale.

» A la base des deux piliers latéraux de la voûte palléale, le plancher de

la chambre du même nom se prolonge antérieurement : 1° à gauche, en une lame dont les bords libres se recourbent en gouttière et forment un siphon extensible; 2° à droite, en une lame plus courte et plus large que la précédente, représentant un siphon rudimentaire.

» L'appareil respiratoire est situé à la face interne de la voûte de la chambre palléale. Comme chez un grand nombre de Pectinibranches, il consiste en une double branchie, l'une normalement développée, l'autre avortée. La première, placée à droite, est constituée par une série unique de feuillets triangulaires occupant une bande courbe dirigée d'arrière en avant et de gauche à droite. La seconde, située à gauche et voisine du bord libre de la voûte palléale, se compose d'une courte lamelle triangulaire, sillonnée sur ses deux faces. Entre la branchie normale et la branchie rudimentaire existe un espace irrégulièrement elliptique occupé par la poche pulmonaire. Celle-ci paraît être un dédoublement de la voûte palléale, donnant naissance à un sac aplati, dans le feuillet inférieur duquel est pratiqué le pneumostome.

» Sur le plancher de la chambre palléale on voit un repli saillant, courbe, qui, lorsque ce plancher se trouve en contact avec la voûte qui le recouvre, vient se placer dans le sillon de même courbure qui sépare la grande branchie du sac pulmonaire. Il paraît pouvoir se constituer de la sorte, comme l'a remarqué M. Bavay, un double compartiment palléal, l'un situé du côté droit qui renferme la branchie normale, l'autre placé du côté gauche, correspondant au poumon et à la branchie avortée.

» Le siphon rudimentaire est en rapport avec le compartiment droit ou branchial; le grand siphon établit une communication entre l'extérieur et le compartiment gauche ou pulmonaire.

» En arrière de la grande branchie est placée la glande rénale.

» Dans les Gastéropodes, le sang qui retourne au cœur doit traverser, à l'aide de systèmes portes, des appareils de dépuration qui le débarrassent de divers produits provenant du travail intime dont l'organisme est le siége. La plus grande partie du sang veineux filtre à travers le rein, organe chargé plus spécialement de l'élimination des produits liquides et des solides dissous, et à travers l'organe respiratoire, double chez l'Ampullaire, qui le débarrasse des produits gazeux.

» Quelles sont les relations du système veineux avec ce double appareil dépurateur?

» Le sang qui revient des diverses parties du corps se rend, à droite et à gauche, par l'intermédiaire d'un vaisseau qui remonte dans l'épaisseur de

chacun des piliers de la voûte palléale, à une arcade veineuse située à une certaine distance du bord libre de cette voûte. Cette arcade palléale reçoit d'une part le sang veineux du bord antérieur de la voûte et distribue d'autre part son contenu au rein, à la grande branchie et au poumon.

» Si nous procédons, en allant de droite à gauche, à l'examen des branches afférentes qui se détachent de l'arcade veineuse palléale, nous voyons naître d'abord une branche qui longe le bord postérieur du rein, recevant le sang de la partie terminale du tube digestif. Cette branche est l'afférent propre du rein ou la veine porte rénale. Un peu plus loin, une autre branche plus importante se glisse entre le rein et la branchie normale. Cette branche reçoit les efférents rénaux et fournit les afférents de la branchie.

» Parvenue au devant du sac pulmonaire, l'arcade veineuse palléale émet un grand nombre de branches qui se ramifient dans les parois de cet organe. Le sang qui revient de la branchie rudimentaire se déverse dans l'arcade palléale : c'est donc à tous égards un organe sacrifié.

» Après avoir traversé le réseau pulmonaire et le réseau branchial, le sang hématosé se rend dans un tronc situé dans l'intervalle des deux organes de respiration. Ce vaisseau aboutit à l'oreillette, dans le voisinage immédiat de laquelle il reçoit une certaine quantité de sang veineux revenant de la glande dite *de la pourpre*. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Batracien anoure d'Europe.* Note de M. F. Lataste.

« Au mois de mars dernier, M. E. Bosca m'a adressé deux exemplaires (un jeune et une femelle adulte), capturés avec quelques autres à Merida (Espagne), d'une espèce de Batracien anoure qui m'a aussitôt paru nouvelle, et dont j'ai tenu à présenter les sujets vivants, avant toute étude, à la Société zoologique de France ([1]).

» M. Bosca a depuis retrouvé d'autres individus de cette espèce dans la collection du musée de Madrid et dans la sienne propre, où ils figuraient sous le nom d'*Alytes obstetricans*. M. Bosca doit décrire et publier cette forme dans les *Anales de la Soc. esp. de Hist. nat.*, et il a l'intention de la dédier à son maître M. le professeur Cisternas; mais il m'a abandonné le soin d'en déterminer la place dans la série zoologique.

([1]) Séance du 18 mars 1879.

» J'ai divisé les Batraciens anoures ([1]) en deux sous-ordres, que j'ai désignés sous les noms de *Mediogyrinides* et de *Lævogyrinides*, caractérisés par la position du spiraculum chez le têtard et par la forme de la vertèbre chez l'adulte. Les premiers ont le spiraculum médian et la vertèbre opisthocœlienne; ils comprennent les Aglosses (Pipa et Dactylèthre) de D. B., les *Asterophrydridæ* de Cope, et deux familles européennes, les *Discoglossidæ* (g. *Discoglossus* et *Bombinator*) et les *Alytidæ*. Je caractériserai ainsi cette dernière famille :

F. Alytidæ. — Maxillæ et palato dentibus; digitorum apice discis ad adhærendum non instructo; secundæ, tertiæ et quartæ vertebræ costis articulatis; sacræ vertebræ diapophysi dilatata; coccyge diapophysibus instructo; sterno arcifero; nullo manubrio; xiphisterno cartilagineo et bifido; fronto-parietali fontanella; pupilla erecta; lingua magna, rotundata; tympano conspicuo; *coitu terrestri; ovis duplice catena emissis, in aere incubitis; gyrinis tarde et perfecto apparatu digestivo nascentibus.*

» C'est dans cette famille du sous-ordre des Médiogyrinides que doit prendre rang la nouvelle espèce espagnole; mais celle-ci ne me paraît pas susceptible d'être embrassée par le genre Alyte, unique représentant de la famille jusqu'à ce jour, et je crois nécessaire de créer pour elle un nouveau genre, pour lequel je propose le nom de *Ammoryctis* ([2]), et dont voici les caractères, en regard de ceux du genre *Alytes* Wagler :

ALYTES WAGLER.	AMMORYCTIS LATASTE.
Ossis præfrontalibus late contiguis;	Ossis præfrontalibus late contiguis;
Fronto-parietalibus posterius atque anterius cohærentibus, lata et bisaccea fontanella in medio separatis;	*Fronto-parietalibus late posterius, nullo modo anterius cohærentibus, simplice anteriore fontanella;*

([1]) Voir *Revue internationale des Sciences*, 1878, t. II, p. 488 : *Division en familles naturelles des Batraciens anoures d'Europe* : et aussi 1879, t. I, p. 49 : *A propos d'un squelette monstrueux de Batracien anoure.*

([2]) De ἄμμος, sable, et ὀρύσσω, creuser; car l'espèce est aussi fouisseuse que nos pélobates, ainsi que j'ai pu m'en assurer. Comme les espèces du genre pélobate, elle a d'énormes poumons qui contribuent, avec quelques autres caractères, tels que la forme convexe du crâne, la couleur et l'aspect lisse de la robe, à lui donner un air de ressemblance avec l'une d'elles, le *P. fuscus* Laurenti, et qui lui servent évidemment à emmagasiner une certaine provision d'air pour la durée de son séjour souterrain. Constamment, en effet, mes deux Ammoryctis se tenaient tout au fond de leur cage, sous une épaisse couche de sable qui la garnissait; mais ils s'enterraient à l'aide de leurs membres antérieurs, courts et robustes, tandis que les pélobates, comme on sait, se servent pour creuser le sol de leurs membres postérieurs, armés d'éperons.

Coracoideo et præcoracoideo gracillimis et vix deplanatis;	Coracoideo et præcoracoideo robustis et valde depressis;
Coccyge duobus condylis articulato;	Coccyge duobus condylis articulato;
Dentibus palatinis in linea transversali medio interrupta pone nares dispositis;	Dentibus palatinis in duplice pugillo pone sed inter nares dispositis;
Parotidibus parvis;	Parotidibus parvis;
Parotidiformi glandio solum in parte anteriore superioris superficiei cruris extenso;	Parotidiformi glandio tota cruris superiore superficie occupata;
Bracchio a cute præ cubitum emergente;	Bracchio usque ad cubitum in cute abscondito, breviore, robustiore;
Manus digitis proportionaliter elongatis, paulum depressis, tertio valde longissimo;	Manus digitis abbreviatis, vix aut nullo modo depressis, tertio secundo vix æquali;
Palma tribus tuberculis instructa;	*Palma duobus tuberculis instructa*, externo valde majore, quasi medio et externo Alytidis confusis;
Natatoria membrana proportionaliter extensa, lata margine cutanea usque ad apicem digitorum.	Natatoria membrana minima, digitis vix emarginatis, gracillimis.
Sp. A. obstetricans — Laurenti.	*Sp.* A. Cisternasi — Bosca. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la matière amyloïde particulière aux asques de quelques Pyrénomycètes.* Note de M. L. Crié, présentée par M. P. Duchartre.

« J'ai l'honneur d'appeler de nouveau l'attention de l'Académie sur la matière amyloïde contenue dans les thèques du *Sphæria* (*Rosellinia* Dnt.) *Desmazierei* Berk. et Br. Cette nouvelle Note aura pour but d'élucider la question, assurément fort délicate, relative à l'origine première du globule gélatineux, physiologiquement et chimiquement différent de la cellulose fongique (*Pilzcellulose* de Bary).

» Le corps que j'ai en vue a été considéré par MM. Berkeley et Broome comme un appendice oblong (*oblong process*) du sac interne. La nature chimique de cette membrane, fort bien appréciée par M. Tulasne, est, suivant l'expression du savant mycologue, « fort analogue à celle de la fécule » (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, t. VI, p. 318). Ailleurs, M. Nylander a fait observer que la particularité signalée dans le *S. Desmazierei* ne peut être comparée au phénomène offert par le *Peziza vesicularis*, chez lequel la partie supérieure des thèques prend une couleur d'un bleu foncé aussitôt qu'on ajoute l'iode (Nyl., *Synopsis methodica Lichenum*, p. 4). De notre côté, nous avons particulièrement insisté sur le mode de développement de cette

masse gélatineuse, que nous tenons pour une matière de nature amyloïde. L'étude du même *S. Desmazierei*, faite par M. J. de Seynes, a montré à ce mycologue *notre observation sous un jour un peu différent*. Récemment, en effet, M. de Seynes, dans une Note *Sur l'apparence amyloïde de la cellulose chez les Champignons*, présentée à la séance de l'Académie du 21 avril, vient de décrire notre globule amyloïde comme un simple épaississement cellulosique des parois thécales.

« Avant la formation des spores, écrit ce savant, on voit au sommet de la thèque un petit corps sphérique bleuissant au contact de l'eau iodée; ce corps est soudé au sac interne étroit.... L'étude du développement laisse encore indécise pour moi la question de savoir si c'est au sac interne, à la membrane externe de la thèque, ou peut-être à tous les deux, qu'il faut attribuer l'origine de cet épaississement cellulosique. »

» Ce point important, qui a échappé à M. de Seynes, est précisément celui qu'il importe d'élucider. Si l'on veut surprendre le globule amyloïde au début de son développement, il est essentiel d'étudier la cellule qui le produit dans son extrême jeunesse. A l'origine, les thèques du *S. Desmazierei* sont de simples utricules remplies d'un protoplasma homogène ou très-finement granuleux : telle est, on peut le dire, la structure initiale des asques, des spores endothèques, des stylospores et des spermaties. A cette époque, l'existence du globule gélatineux punctiforme, situé bien au-dessous du sommet de la thèque, est fort appréciable, grâce aux réactifs iodés, qui décèlent les caractères de l'amidon plutôt que ceux de la cellulose primaire. Le globule bleuit instantanément par l'iode seul; la cellulose primaire, au contraire, présente cette coloration plus difficilement sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique. Peu à peu, le globule vésiculaire grossit par intussusception : les couches concentriques témoignent, ce semble, de ce mode d'accroissement. Plus tard, au sein de la masse plasmique se dessine une série de nucléoles qui indiquent la cavité centrale des spores, et l'existence de la membrane interne de la thèque peut être constatée alors que le globule paraît être en connexion intime avec elle. Au total, on voit que le globule punctiforme, surpris au début de son développement, prend naissance au sein de la masse plasmique. Ce globule *préexiste donc à la membrane interne;* en outre, son isolement à l'état de masse punctiforme bleuissant instantanément par l'iode, son accroissement par intussusception et les particularités déjà signalées (*Comptes rendus*, séance du 7 avril 1879) nous engagent à voir dans cette masse gélatineuse, non de la cellulose fongique, mais une matière amyloïde particulière (*amylomycine*), dont le rôle physiologique ne nous est pas encore connu. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'une mâchoire de* Cainotherium *dans les gypses d'Aix (Bouches-du-Rhône)*. Note de M. F. CAIROL.

« A part une aile de Chauve-Souris trouvée par M. le comte de Saporta et appartenant à l'espèce qu'il a proposé d'appeler *Vespertilio aquensis*, on n'a jusqu'ici signalé la présence d'aucun Mammifère dans les gypses d'Aix. M. Coquand, il est vrai, a annoncé en 1836, à la Société géologique, la découverte d'ossements de Mammifères, de *Palæotherium* et de Ruminants dans ce terrain; mais cette découverte a été mise en doute par M. Gervais et par la plupart des géologues.

» Dans un voyage fait au courant d'avril 1878, j'ai eu la bonne fortune de découvrir une mâchoire à peu près complète dans un fragment de pierre à plâtre provenant de la masse moyenne du terrain gypseux d'Aix. Cette mâchoire appartenait à un Mammifère, et, après examen, je l'attribuai au genre *Cainotherium*. M. Gaudry, à qui je l'ai communiquée à Paris, m'a confirmé dans cette détermination.

» J'ai cherché à reconnaître l'espèce à laquelle appartenait l'individu découvert, et, bien que les dents ne soient pas parfaitement conservées, j'ai cru pouvoir la rapprocher du *Cainotherium Courtoisii*, cité par M. Gervais dans les lignites de la Débruge, près d'Apt (Vaucluse)

» Tout en réservant la détermination spécifique, qui serait au moins téméraire, vu l'état de conservation, je me permettrai de dire que *certainement le genre* Cainotherium *existait à l'époque du dépôt des gypses d'Aix, et que très-probablement c'était la même espèce que celle qui a laissé des traces de son existence dans les lignites de la Débruge*. Les géologues auront donc ici une preuve pour rapprocher, comme âge, le dépôt des gypses d'Aix et celui des lignites inférieurs aux gypses de la Débruge.

» La pièce que j'ai trouvée est la mâchoire inférieure droite. Elle comprend : 1° toute la partie postérieure, avec l'apophyse coronoïde, le condyle, la surface d'implantation du muscle masséter; 2° la partie médiane, qui contient cinq dents molaires sur sept, savoir les quatre dernières et la seconde. Il manque donc à cette pièce la partie antérieure, qui soutient les dents incisives; il manque, en outre, la canine, la première et la troisième molaire. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les sondages opérés en vue de la création d'une mer intérieure en Algérie.* Lettre adressée à M. de Lesseps par M. **Roudaire**, le 6 mai 1879.

« Il y a un mois, la mission était à Kriz, se dirigeant sur Touzeur. Les nouveaux nivellements ont confirmé partout les anciens. Les sondages exécutés dans le chott Djérid n'ont traversé, jusqu'à 10 mètres au-dessous du niveau de la mer, que des vases et des sables plus ou moins fluides, quelquefois un peu argileux. En certains endroits, les barres de sonde s'enfonçaient pour ainsi dire de leur propre poids.

» En 1876, je n'avais fait qu'un examen très-rapide du seuil de Kriz. Il y a un mois, j'avais observé que le creusement d'un canal destiné à établir une communication entre le chott Djérid et le chott Bharza présenterait des difficultés beaucoup plus sérieuses que je ne l'avais pensé. Une escouade de sondage, dirigée par M. Baronnet, a été chargée d'explorer le seuil avec soin, principalement à l'ouest de Nefta, où je supposais que l'on devait trouver une communication facile. Ces prévisions se sont réalisées : une dépêche de M. Baronnet m'a appris que, il y a trois jours, le passage avait été trouvé au point indiqué.

» La mission revient en ce moment sur ses pas. Elle poursuit ses opérations jusqu'à Gabès, en suivant cette fois le littoral sud du chott Djérid. Elle sera à Gabès vers le 20, où la corvette *le Forbin* viendra la chercher pour la conduire à Tunis, d'où elle rentrera en France. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Trombes de Vitry-sur-Seine.* Note de M. **L.-V. Meunier**, présentée par M. Faye.

« Le dimanche 27 avril, je suivais, avec une autre personne, la route de Port-à-l'Anglais à Vitry-sur-Seine; nous tournions le dos à la Seine et, par conséquent, nous marchions dans la direction de l'ouest, quand, vers $4^h 45^m$, mon compagnon attira mon attention sur une tache large et circulaire qui se détachait sur le bas d'un gros nuage, très-noir, de forme allongée, et dont les bords étaient déchiquetés. Au bout d'un instant nous vîmes cette tache sortir, pour ainsi dire, du nuage, s'allonger et prendre une forme cylindro-conique; arrivée à son plus grand développement, elle nous sembla mesurer une longueur d'au moins 2 mètres, et,

quant à sa grosseur, elle nous parut avoir à sa naissance un diamètre d'au moins 1 mètre, tandis qu'à son extrémité inférieure elle ne mesurait qu'un diamètre d'environ $0^m,10$ ou $0^m,15$. Cette tache, que nous supposâmes être une trombe, se projetait sur un nuage gris clair et avait un léger mouvement d'oscillation. Après qu'elle fut restée plusieurs minutes dans cette situation, sa partie inférieure parut soudain se fondre et s'émietter, et, ce mouvement de désagrégation ayant rapidement couru de bas en haut de la trombe, en un instant il n'en resta plus que la tache primitive, qui bientôt s'effaça et se perdit elle-même dans le nuage. Ce phénomène météorologique nous apparut dans le sud-ouest, à une très-grande hauteur et sensiblement dans la direction de Rungis, mais sans que, naturellement, nous puissions rien préciser sur l'endroit où il avait lieu. D'autres personnes, à Choisy-le-Roi, l'avaient également observé. En même temps nous vîmes à l'ouest-nord-ouest se détacher d'un autre nuage un corps semblable, mais beaucoup plus long et plus mince, affectant la forme d'un ruban cylindrique et contourné à la façon d'un S très-lâche. Il ne resta que peu d'instants dans le ciel. »

M. **Hervé-Mangon** présente à l'Académie la première livraison de l' « Atlas statistique des cours d'eau, usines et irrigations de la France », et ajoute les remarques suivantes :

« Le Ministère des Travaux publics a institué il y a quelques années, sur ma proposition, une Commission chargée de publier cette statistique.

» Les Cartes sont dressées par département; les routes et les divisions administratives sont tracées en noir, les cours d'eau en bleu, les irrigations en vert uni ou diversement haché; enfin les usines sont indiquées par un signe rouge.

» Le texte est principalement composé de Tableaux renfermant le nom de chaque cours d'eau, son débit, sa longueur, les prises d'arrosage, l'étendue des irrigations, leur nature, les usines, leur force et leur usage.

» Des numéros d'ordre permettent de se reporter de la Carte au Tableau, ou réciproquement, de sorte que les intéressés peuvent trouver sans peine les renseignements dont ils ont besoin.

» L' « Atlas statistique des irrigations » est une des publications les plus intéressantes du Ministère des Travaux publics. Cet Ouvrage fournira certainement les premiers éléments des grands projets d'aménagement des eaux de la France dont l'honorable M. de Freycinet poursuit activement la réalisation. »

M. Hervé Mangon présente à l'Académie un Ouvrage de M. Demontzey, conservateur des forêts, intitulé : « Étude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes », et s'exprime comme il suit :

» L'auteur s'occupe, depuis 1853, de travaux de reboisement; son Ouvrage est le fruit de sa longue expérience : c'est dire qu'il est excellent et appelé à rendre de grands services.

» Depuis vingt années, l'Administration des forêts poursuit sans bruit, avec une admirable persévérance, l'œuvre immense de la consolidation de nos montagnes dénudées et de la suppression des torrents les plus dangereux. On ne saurait se faire une idée de cette magnifique entreprise sans avoir parcouru à pied les montagnes des Hautes-Alpes et sans avoir observé quelques-uns des territoires reconstitués. Je n'essayerai donc pas de décrire ces travaux : qu'il me suffise de dire qu'avec les ressources les plus modestes, 500000 francs en moyenne par année, l'Administration forestière a déjà obtenu les plus beaux succès sur une étendue de près de 100000 hectares.

» On reste, en effet, confondu de la grandeur des résultats obtenus comparés à la simplicité et à l'économie des moyens employés. Le succès des ingénieurs forestiers s'explique d'ailleurs facilement par la justesse de la théorie qui les guide. Appelés à lutter contre la puissance destructive des torrents et des intempéries, ils n'ont point cherché à la vaincre par de dispendieux travaux de maçonneries cyclopéennes. Comme Brémontier l'avait fait pour la fixation des dunes, ils ont demandé à la force de la végétation de leur fournir les matériaux vivants de la consolidation des terrains, et déjà l'expérience apprend que la forêt parvient en peu de temps à étouffer le plus redoutable torrent.

» Le temps des essais et des incertitudes est passé, et désormais le Gouvernement de la République consacrera certainement à ces utiles opérations de reboisement des montagnes toutes les ressources nécessaires. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mai 1879.

Côte septentrionale d'Afrique, levée en 1876 par M. E. Mouchez, *commandant* le Castor, *assisté de MM. Boistel, Vincent, Vaquier* et *Delacroix,* publiée au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Paris, 1878; Carte en huit feuilles.

Côte de Tunisie. Porto-Farina et ses environs, carte particulière levée en 1876 *par* M. Mouchez, publiée au Dépôt des Plans et Cartes de la Marine. Paris, 1878; carte en une feuille.

Baie de Tunis, partie comprise entre le cap Carthage et la côte sud, levée en 1876; *par* M. E. Mouchez, publiée au Dépôt des Cartes et Plans de la Ma rine. Paris, 1878; carte en une feuillle.

Étude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes; par M. P. Demontzey. Paris, Impr. nationale, 1878; 1 vol. grand in-8°, avec atlas. (Présenté par M. H. Mangon.)

Ministère des Travaux publics. Statistique des cours d'eau, usines et irrigations; fascicule n° 9: *Département de l'Ariége;* fascicule n° 31: *Département de la Haute-Garonne.* Paris, Imprim. nationale, 1878-1879; 2 vol. in-4° avec deux cartes.

Ministère des Travaux publics. Carte figurative du tonnage des chemins de fer de France (petite vitesse) en 1876; *Carte figurative du tonnage des routes nationales de la France en* 1876; *Carte figurative du tonnage des rivières, canaux et ports de la France en* 1876; *Carte figurative représentant les mouillages et les dimensions des écluses des voies navigables de la France en* 1878. Paris, imp. Regnier, 4 cartes grand aigle.

A. Recurt. *Tableau général de la structure de la Terre.* Agen, lithogr. Lamy; une carte grand aigle.

Science nouvelle. L'ontologie ou la science de l'être; par J. Jolivalt. Bruxelles, impr. E. Marcilly, 1879; in-12.

Annales de la Société de Médecine de Saint-Etienne et de la Loire. Comptes rendus de ses travaux; t. VII, 2e Partie. Saint-Étienne, J. Pichon, 1879; n-8°.

DATES. (1)	Température de l'air, sous l'ancien abri : Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	Température du sol, à la surface sans abri : Minima. (6)	Maxima. (7)	Moyenne. (8)	Moyenne des 24 heures. (9)	à la profondeur de $0^m,30$ (à midi). (10)	ACTINOMÈTRE. (11)	PLUIE OU NEIGE. (12)	Eau de la terre sans abri : Total en millimètres. (13)	Évaporation en millimètres. (14)	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE. (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. (16)	Pour 100^{mc} d'air : Ozone en milligrammes. (17)	Acide carbonique en litres. (18)	Azote ammoniacal en milligr. (19)	Azote organique en milligr. (20)
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	d	mm	mm	mm	mm	h	mg	l	mg	mg
1	8,7	14,7	11,7	9,7	7,3	17,8	12,6	.	7,9	15,6	5,5	57,3	1,0	0,9	33	0,2	35,8	1,7	0,5
2	2,8	9,9	6,4	6,9	1,0	15,2	8,1	.	8,0	18,8	.	56,5	0,8	1,1	62	0,7	35,7	1,8	0,6
3	3,3	12,2	7,8	7,1	2,3	22,1	12,2	.	7,7	31,0	0,7	57,7	1,5	1,3	43	0,5	35,7	1,9	0,5
4	2,9	12,7	7,8	6,6	1,8	21,3	11,6	.	7,6	29,8	.	54,9	0,8	1,0	52	0,4	35,8	1,8	0,6
5	4,1	15,4	9,8	9,2	1,4	22,7	12,1	.	7,7	35,6	.	52,4	2,5	2,9	46	.	.	.	.
6	5,9	12,6	9,3	9,5	4,5	15,6	10,1	.	8,2	15,4	0,2	50,5	2,1	3,0	38	.	.	.	.
7	8,6	15,3	12,0	10,0	8,0	17,3	12,7	.	8,4	14,1	6,8	56,2	1,1	1,3	15	0,9	35,8	2,2	0,6
8	6,6	12,8	9,7	9,3	6,4	18,1	12,3	.	8,6	21,8	11,5	56,4	1,4	1,0	63	0,4	35,9	2,3	0,5
9	5,7	15,8	10,8	9,9	3,6	26,9	15,3	.	8,6	37,1	0,2	55,0	1,5	2,1	70	0,9	35,9	2,0	0,4
10	3,4	16,0	9,7	8,4	1,3	29,8	15,6	.	8,8	18,3	16,2	67,6	3,6	1,0	122	1,4	36,0	1,8	0,3
11	0,7	3,7	2,2	2,7	1,8	4,2	3,0	.	8,7	8,2	0,0	65,7	1,9	3,4	52	0,4	35,7	1,7	0,3
12	− 2,4	5,1	1,4	1,1	− 3,4	18,2	7,4	.	6,4	32,3	0,0	64,8	0,9	(2,5)	40	0,1	36,0	1,7	0,3
13	− 3,5	9,0	2,8	3,5	− 6,0	19,9	7,0	.	5,8	44,5	.	61,4	3,5	(3,5)	60	1,8	.	1,3	0,2
14	2,1	15,6	8,9	7,7	1,2	27,2	14,2	.	6,4	34,6	0,1	60,5	1,0	2,4	50	1,2	36,0	1,8	0,3
15	0,1	11,9	6,0	6,1	− 2,3	21,8	9,8	.	7,2	22,2	2,7	61,2	1,9	0,8	− 61	0,6	.	1,9	0,4
16	2,3	14,1	7,2	6,8	1,5	24,2	12,9	.	7,1	30,2	0,7	59,9	2,0	1,7	110	0,6	35,8	1,9	0,4
17	2,0	11,4	6,7	5,5	0,2	24,7	12,5	.	7,4	30,0	2,3	60,4	1,8	1,8	167	1,0	36,0	2,2	0,4
18	1,6	11,1	6,4	5,9	− 0,3	25,7	12,7	.	7,4	(42,8)	.	59,5	0,9	3,2	81	1,2	36,0	2,1	0,6
19	− 0,5	13,8	6,7	6,8	− 3,0	26,2	11,6	.	7,2	41,3	(0,1)	57,6	2,0	2,5	63	0,8	35,9	.	.
20	4,0	16,9	10,5	10,6	3,2	22,2	12,7	.	7,9	26,7	1,0	55,5	3,1	3,1	− 31	1,3	35,6	2,4	0,5
21	7,9	13,6	10,8	9,5	6,5	19,6	13,1	.	8,8	15,4	13,0	62,8	5,6	1,2	43	1,4	36,1	3,2	0,4
22	4,1	13,6	8,9	8,3	4,5	25,7	15,1	.	8,8	26,7	1,1	62,0	2,0	1,5	27	0,8	35,7	3,1	0,1
23	5,3	15,6	10,5	9,7	3,5	22,7	13,1	.	9,0	20,5	6,2	66,8	1,3	0,7	36	.	35,5	1,5	0,2
24	7,6	14,1	10,9	10,3	6,4	27,4	16,9	.	9,5	30,8	1,0	65,3	2,6	2,0	27	0,5	35,6	2,8	0,8
25	6,5	16,7	11,6	11,0	5,1	28,0	16,6	.	9,9	42,2	0,4	63,9	1,8	2,5	15	0,2	35,6	2,1	0,8
26	6,9	15,7	11,3	10,9	6,0	28,7	17,4	.	10,4	30,5	7,3	68,6	2,6	1,8	− 38	1,3	35,4	3,1	1,0
27	6,7	14,4	10,6	10,0	5,5	23,7	14,6	.	10,6	40,9	3,7	69,0	3,3	1,3	64	1,2	35,6	2,8	0,8
28	7,1	10,1	8,6	8,4	6,3	13,6	10,0	.	10,6	15,9	1,9	69,1	1,8	1,2	35	0,3	35,7	2,4	0,7
29	4,2	13,0	8,6	7,9	3,8	23,3	13,6	.	9,9	40,9	.	65,0	4,1	6,4	73	0,1	35,7	2,5	0,7
30	0,6	13,2	6,9	6,1	− 1,9	24,8	11,5	.	9,4	28,5	1,5	64,2	1,4	2,4	54	0,0	35,7	2,2	0,5
1e déc.	5,2	13,7	9,5	8,7	3,8	20,7	12,3	.	8,2	23,8	31,1	56,5	16,3	15,6	54	0,7	35,8	1,9	0,5
2e déc.	0,6	11,3	5,9	5,7	− 0,7	21,4	10,4	.	7,2	31,3	6,8	60,7	19,0	(24,9)	59	0,9	35,9	1,9	0,4
3e déc.	5,7	14,0	9,9	9,2	4,6	23,8	14,2	.	9,7	29,2	35,3	65,7	26,5	21,0	34	0,6	35,7	2,6	0,6
Mois..	3,8	13,0	8,4	7,8	2,5	22,0	12,3	.	8,3	28,1	73,2	60,9	61,7	(61,5)	49	0,7	35,8	2,2	0,5

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. $77^m,5$). (21)	Magnétomètres : Déclinaison moyenne. (22)	Composante horizontale moyenne (23)	Composante verticale moyenne. (24)	Vents : Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (25)	Direction dominante à terre. (26)	Direction des nuages. *k* désigne les cirrus. (27)	Psychromètre : Tension moyenne de la vapeur. (28)	Humidité relative. (29)
	mm	o ′			km			mm	
1	746,2	16.55,2	1,9331	4,2219	17,0	S à WNW	SSW	8,1	89
2	746,3	54,7	9332	2232	6,8	Variable		5,9	82
3	743,8	56,1	9333	2234	7,8	S à W et NNW	NNW	6,2	85
4	752,6	56,1	9338	2241	9,0	Variable	WNW	6,2	84
5	753,7	56,0	9336	2241	13,1	SSW	SW	6,1	72
6	746,4	55,4	9346	2255	24,8	S¼SW	SSW	6,9	75
7	733,3	55,7	9332	2232	26,0	S¼SE	SSW	8,2	88
8	737,2	55,7	9330	2240	9,9	Variable	WNW	7,3	86
9	742,1	55,7	9339	2240	9,9	Variable	SE *k*	6,9	80
10	746,2	55,1	9331	2239	10,4	NE à NW et W	ENE	6,7	86
11	751,8	53,3	9328	2259	31,0	NNE	NNE	4,1	77
12	752,9	55,5	9329	2264	14,1	NNW à NW et E	NNW	3,4	71
13	746,4	56,5	9339	2269	19,0	S à E et NE	W¼SW *k*	3,3	59
14	741,0	56,4	9328	2249	15,4	Variable	SW à SE	5,8	76
15	743,7	56,9	9323	2248	8,2	Variable	SSE à SW	6,3	89
16	742,7	58,5	9328	2252	15,7	SSE à SW	SSW	6,0	83
17	746,5	58,5	9332	2251	12,4	WNW	W à N	5,3	84
18	751,9	58,6	(9340)	(2266)	13,9	NNW	NW	4,5	71
19	752,7	55,0	9333	2243	11,8	E à S	E à S	5,3	71
20	743,9	59,9	9322	2242	20,7	SE à WSW	SW	7,3	75
21	737,4	59,0	9325	2261	16,6	Variable	SSW	7,6	91
22	745,8	58,8	9328	2259	15,1	Variable	WNW	6,4	82
23	742,0	59,4	9331	2280	12,5	SSE à SSW	SSW	8,3	92
24	749,8	58,6	9330	2256	17,9	WNW	NNW	7,6	83
25	758,9	59,6	9335	2267	14,1	NW à SW	NW	7,2	77
26	750,4	59,2	9333	2253	15,5	Variable	WNW	7,5	85
27	744,1	58,7	9333	2266	13,4	SE à ENE	.	7,8	86
28	751,4	58,1	9331	2274	20,7	N¼NW	NNE	7,3	91
29	759,8	57,9	9335	2277	28,3	N¼NE	NNE	4,5	61
30	761,0	58,3	9333	2260	11,5	Variable		5,0	78
1e déc.	744,8	16.55,6	1,9335	4,2237	13,5		.	6,9	83
2e déc.	747,4	57,1	9330	2254	16,2	.	.	5,1	76
3e déc.	750,1	58,8	9331	2265	16,6	.	.	6,9	82
Mois..	747,4	16.57,1	1,9332	4,2252	15,4	.	.	6,3	80

REMARQUES. (30)

Le 1er, après l'orage de la nuit, pluie de 2 h. à 7 h. et de 12 h. 30 à 15 h., puis quelque peu le soir. — Le 2, presque couvert. — Le 3, pluvieux l'après-midi, halos. — Le 4, brouillard assez épais, mais le ciel se dégage et reste seulement nuageux. — Nuages en plus grand nombre le 5.

Après une inflexion de 744,6 le 1er vers 18 h. 20 à 748,2 le 2 vers 3 h. 15, et retour à 743,7 le 3 à 5 h., la courbe des pressions atteint 754,3 le 5 vers 8 h. 20. C'est un maximum relatif de valeur égale à celui du 30 mars, et qui s'est reproduit consécutivement deux fois encore durant la nuit du 11 au 12 (754,0) et le 19 à 8 h. 30 (754,1). Les deux minima intermédiaires ont été de 732,6 le 7 vers 15 h. et de 740,2 le 14 à 15 h. 35.

Bourrasque modérée les 6 et 7 avec pluie, notamment le 6 de 3 h. 30 à 5 h.; le 7 de 3 h. 30 à 10 h. et de 15 h. à 17 h.

Pluvieux encore le 8 à midi 30 et à 16 h. 15, ainsi que le 9 vers 15 h. 30.

Brouillard assez épais le matin du 10, suivi l'après-midi d'un orage avec fortes pluies de 13 h. à 19 h. 40.

Nous remarquons ensuite un abaissement assez brusque de température persistant durant la seconde décade, avec quelques flocons de neige les 11 et 12, givre les 12 et 13, pluie le 14 vers 17 h. et le 15 de midi à 17 h. 15.

Orage le 16 avec pluie de 13 h. 15 à 14 h. 30 (mêlée de grêle).

Pluvieux aussi le 17 vers midi, vers 16 h. 30 (avec grêlons) et faiblement le soir.

Eau de brouillard ou de gelée blanche en quantité notable pendant les matinées des 18 et 19.

Perturbations magnétiques durant la nuit du 19 au 20, suivies d'oscillations barométriques tendant à la hausse, savoir :

De 735,7 le 21 à 7 h. 25, à 748,0 le 22 vers 13 h. 10.
De 741,3 le 23 vers 15 h. 15, à 759,6 le 25 à 9 h. 20.
Enfin, de 743,9 le 27 vers 11 h. 40, à 762,4 le 30 à 6 h. 10.

Troisième décade moins froide, mais très-pluvieuse, principalement aux époques suivantes :

Le 20, entre 5 h. 15 et 15 h. — Le 21, de 1 h. 15 à 9 h. 30; de 12 h. à 14 h. 30 et de 16 h. à 21 h. — Le 22, de 3 h. à 7 h. 15 et vers 21 h. — Le 23, de 6 h. à 11 h., avec ondées mêlées de grêle l'après-midi, pendant un temps d'orage lointain. — Le 24, de 9 h. 10 à midi 15. — De 21 h. 50 le 25 jusque vers 5 h. le 26, et reprise de 12 h. à 5 h. 15, avec grêle vers 13 h. et tonnerre vers 16 h. — Le 27, à 3 h., de 6 h. 30 à 12 h. 15 et de 19 h. à 22 h. — Le 28, de 9 h. 15 à 13 h., puis ondée de 19 h. 50 à 20 h. 30.

L'état du ciel est variable et souvent beau le 29. Rosée matin et soir le 30, et pluie de 10 h. 30 à 18 h., mais principalement de 13 h. 45 à 16 h.

Les vitesses maxima du vent n'ont pas dépassé 47 kil. le 6, 44 kil. les 11 et 20 et 42 kil. le 29, soit une pression de 15 à 20 kilogrammes au mètre carré.

Bonne brise soutenue le 11 et de 30 à 35 kil. de 4 h. matin à 8 h. soir.

MOYENNES HORAIRES DU MOIS D'AVRIL 1879.

HEURES.	HAUTEURS du baromètre à 0°.	TEMPÉRATURE de l'air à l'ombre.	TEMPÉRATURE du sol sans abri.	DEGRÉ actinométrique.	PSYCHROMÈTRE. TENSION de la vapeur d'eau.	PSYCHROMÈTRE. DEGRÉ hygrométrique.	ÉVAPORATION de l'eau pure (1).	PLUIE OU NEIGE.	VARIATION du poids du sol sans abri (2).	VITESSE DU VENT.	ÉLECTRICITÉ atmosphérique en éléments Daniell.	DÉCLINAISON de l'aiguille aimantée (Fortification).	COMPOSANTE horizontale (Parc).	COMPOSANTE verticale. (Parc).
h.	mm	o	o	d	mm			mm	mm	km	Dll	o ′		
Mat. 1	»	5,69	»	»	»	»	»	0,98	»	15,04	»	»	»	»
2	»	5,23	»	»	»	»	»	2,94	»	15,39	»	»	»	»
3	(747,00)	4,96	»	»	»	»	»	1,38	2,12	14,88	»	16(55,2)	»	»
4	»	4,70	»	»	»	»	»	4,63	»	13,99	»	»	»	»
5	»	4,54	»	»	»	»	»	1,20	»	13,57	»	»	»	»
6	47,26	4,88	4,80	5,85	6,14	91,7	5,19	2,30	3,99	13,15	39,9	53,5	1,9330	4,2256
7	»	5,86	»	»	»	»	»	5,66	»	13,47	»	»	»	»
8	»	7,20	»	»	»	»	»	4,71	»	13,79	»	»	»	»
9	47,60	8,34	11,60	39,02	6,45	79,4	3,96	3,98	13,96	14,81	33,4	54,1	9317	2238
10	»	9,36	»	»	»	»	»	1,13	»	16,33	»	»	»	»
11	»	10,30	»	»	»	»	»	1,28	»	16,93	»	»	»	»
Midi.	47,40	10,74	14,85	53,93	6,48	68,2	9,49	2,22	14,25	17,47	26,4	62,5	9326	2228
Soir. 1	»	11,14	»	»	»	»	»	4,60	»	17,72	»	»	»	»
2	»	11,70	»	»	»	»	»	9,81	»	18,37	»	»	»	»
3	46,94	11,40	12,85	33,94	6,38	66,2	12,45	3,42	16,42	18,47	58,8	60,9	9331	2242
4	»	10,84	»	»	»	»	»	7,52	»	17,80	»	»	»	»
5	»	10,24	»	»	»	»	»	7,41	»	17,47	»	»	»	»
6	47,10	9,46	8,40	7,71	6,38	73,0	12,08	2,37	7,74	14,93	69,4	57,7	9339	2266
7	»	8,30	»	»	»	»	»	2,10	»	14,32	»	»	»	»
8	»	7,54	»	»	»	»	»	0,86	»	13,89	»	»	»	»
9	47,70	7,07	5,88	»	6,21	80,9	7,24	1,55	0,62	14,16	51,5	55,9	9336	2257
10	»	6,70	»	»	»	»	»	0,71	»	14,61	»	»	»	»
11	»	6,20	»	»	»	»	»	0,30	»	14,38	»	»	»	»
Minuit.	47,65	5,85	4,54	»	6,16	87,2	4,90	0,11	2,61	14,95	60,9	54,6	9333	2256
TOTAUX.	»	»	»	»	»	»	55,31	73,17	61,71	»	»	»	»	»
Moy...	747,33	7,84	8,15*	28,09	6,29*	80,0*	»	»	»	15,41	49,2*	16.56,8	1,9332*	4,2252*

REMARQUES.

Pages 992 et 993. Colonnes: (2) (3) (4) (6) (7) (8) Valeurs extrêmes et leurs demi-sommes rapportées à l'oscillation complète la plus voisine de la période diurne civile indiquée.

(5) (9) (12) (13) (14) (25) Résultats fournis par les appareils enregistreurs et déduits des 24 données horaires.

(11) Moyenne des 5 observations de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(16) (22) (23) (24) (28) (29) Moyenne des observations sexhoraires.

Inclinaison moyenne de ce mois. 65°31′,3.

(1) Les journées des 12 et 13 exceptées.

(2) Le 10, la terre a perdu par égouttement 4mm,6 d'eau qui ont continué à être comptés dans son poids. En réalité, le poids de la terre était donc à minuit, le 30 avril, de 59,6 au lieu de 64,2.

* L'astérisque indique que l'on n'a fait entrer dans le calcul que les données sexhoraires.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MAI 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal,* **M. G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année* 1879. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1879.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(15) Eunomia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 15	11.14.19	6.54.23,62	+18,62	65. 1. 1,2	+59,6	Paris.
21	10.44.53	6.48.31,73	+18,32	67.26.41,7	+57,6	Paris.
			(4) Vesta.			
Janv. 15	4.22.29	7. 2.35,34	+ 0,48	66.16.31,3	+ 0,7	Paris.
20	10.57.36	6.57.20,62	+ 0,44	65.55.24,3	+ 0,3	Paris.
21	10.52.40	6.56.20,69	+ 0,72	65.51.23,6	+ 0,2	Paris.
22	10.57. 4	6.55.20,90	+ 0,44	65.47.26,7	+ 0,7	Greenwich.
			(165) Loreley.			
Janv. 15	11.45.22	7.25.31,54	— 3,38	64.20.41,1	— 7,4	Paris.
20	11.21. 9	7.20.58,14	— 3,22	64.25.15,8	— 9,6	Paris.
21	11.16.21	7.20. 5,11	— 2,91	64.26.21,6	— 9,0	Paris.

Dates. 1879.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(103) Héra.			
	h m s	h m s		° ′ ″	″	
Janv. 15	12. 6.34	7.46.47,38	− 0,02	71.46.32,8	− 0,3	Paris.
20	11.42.13	7.42. 5,37	− 0,13	71.26.20,7	− 3,6	Paris.
21	11.37.22	7.41. 9,93	+ 0,13			
			(65) Cybèle.			
Janv. 15	12.18.59	7.59.13,96	+ 1,96	72.33.10,6	+ 3,1	Paris.
21	11.50.49	7.54.38,99	+ 1,93	72.17. 9,5	+ 1,7	Paris.
			(134) Sophrosyne.			
Fév. 17	11.38.44	9.28.57,80	+ 0,46			Paris.
20	11.23.43	9.25.45,24	+ 0,48	66.41.12,1	+ 2,4	Paris.
			(93) Minerve.			
Fév. 17	12. 8.54	9.59.14,04	+ 5,21	69. 0. 8,6	+38,5	Paris.
20	11.54.13	9.56.20,27	+ 5,18	68.52. 4,3	+38,3	Paris.
			(17) Thétis.			
Mars. 10	10.59.19	10.12.14,96	− 0,36	73.45.11,6	− 0,3	Paris.
13	10.45. 9	10. 9.52,63	− 0,46	73.28.31,4	− 1,9	Paris.
15	10.35.48	10. 8.23,23	− 0,32	73.18.16,4	− 0,8	Paris.
17	10.26.32	10. 6.58,45	− 0,32	73. 8.43,0	− 0,3	Paris.
18	10.21.55	10. 6.17,99		73. 4.12,7		Paris.
			(123) Brunhilda.			
Mars. 15	11.12.37	10.45.18,30	− 0,61	88.52.40,5	− 1,6	Paris.
17	11. 3. 8	10.43.40,32	− 0,73	88.44.56,9	− 0,8	Paris.
18	10.58.24	10.42.52,63	− 0,80	88.41. 7,7	+ 0,5	Paris.
			(61) Danaé.			
Mars. 18	12.22.24	12. 7. 6,53	− 0,96	105.23.33,3	+ 4,0	Paris.
			(110) Lydia.			
Mars. 18	12.30.17	12.15. 0,81	− 5,23	83.17.51,8	− 21,1	Paris.

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanac*, celles de Héra à l'éphéméride publiée dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1878 ; la comparaison de Lydia se rapporte à la circulaire n° 107 du *Berliner Jahrbuch* et toutes les autres aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par M. Périgaud. »

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance des chaudières elliptiques.* Note de M. H. Resal.

« Considérons une courbe plane fermée ayant deux axes de symétrie $AOA' = 2a$, $BOB' = b$, et portons sur la normale à cette courbe, en un point quelconque m, dans l'un et l'autre sens à partir de ce point, une longueur constante e; nous obtiendrons un profil annulaire qui sera, pour nous, la section droite d'un cylindre creux soumis à l'action d'une pression normale intérieure et d'une pression extérieure. Si nous supposons que e soit suffisamment petit, nous pourrons admettre que les deux pressions s'exercent sur le cylindre moyen, et que, par conséquent, il n'y a lieu de tenir compte que de la différence des deux pressions, c'est-à-dire de la *pression effective*.

» La considération d'un tronçon du cylindre creux, limité par deux sections droites situées à l'unité de distance l'une de l'autre, se ramène à celle d'une section droite. Soient $AA' = 2a$, $BB' = 2b$, $\frac{b}{a} = \sqrt{1 - c^2}$, b étant censé inférieur à a; $x = OI$, $y = mI$ les coordonnées du point m parallèles à AA', BB'; s l'arc Bm.

» La résultante des pressions sur mA se réduit à deux forces : l'une py, parallèle à Ox, dont la direction passe par le milieu de y; l'autre, parallèle à Oy, égale à $p(a - x)$, passant par le milieu de $a - x$.

» La résultante des forces élastiques développées dans chacune des sections en A, A' est évidemment égale à pa.

» Par l'introduction d'une constante représentant le moment du couple élastique développé dans la section faite en A, on a, pour le moment fléchissant par rapport à m,

$$\mathfrak{M} = p\left[a(a - x) - \frac{y^2}{2} - \frac{(x - a)^2}{2} + \text{const.}\right]$$
$$= \frac{p}{2}(\text{const.} - x^2 - y^2).$$

» Comme application, admettons que la courbe moyenne du profil soit une ellipse dont c serait l'excentricité, problème qui a été résolu par plusieurs savants ingénieurs, mais seulement dans le cas où le rapport c est très-petit.

» Si nous posons $x = a\cos\varphi$, il vient

$$\text{(1)} \qquad \mathfrak{M} = \frac{pa^2c^2}{2}(C - \sin^2\varphi),$$

formule dans laquelle C représente une constante arbitraire.

» Mais, d'après une formule connue, on doit avoir $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathfrak{M}\frac{ds}{d\varphi}d\varphi = 0$ pour exprimer que l'angle BOA est droit après comme avant la déformation; on déduit de là

$$\text{(2)} \qquad C = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\varphi\sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi}\,d\varphi}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi}\,d\varphi}$$

ou

$$\text{(3)} \qquad C = \frac{\frac{1}{2} - \sum_1^{\infty} \frac{2m+1}{(2m-1)(2m+2)}\left[\frac{1.3.5\ldots(2m-1)c^m}{2.4\ldots 2m}\right]^2}{1 - \sum_1^{\infty} \frac{1}{2m-1}\left(\frac{1.3.5\ldots 2m-1}{2.4\ldots 2m}c^m\right)^2},$$

expression essentiellement positive, plus petite que l'unité, et que nous pourrons, par suite, représenter par $\sin^2\alpha$. La formule (1) deviendra alors

$$\text{(4)} \qquad \mathfrak{M} = \frac{pa^2c^2}{2}(\sin^2\alpha - \sin^2\varphi).$$

» Lorsque l'excentricité est un peu grande, l'emploi des séries dans la formule (3) conduit à calculer un nombre considérable de termes.

» Pour parer à cet inconvénient, nous avons déterminé, à l'aide de la formule de Poncelet, quelques valeurs de C résultant de la formule (2), et nous avons été conduit à poser

$$\text{(5)} \qquad \sin^2\alpha = C = 0,333 + 0,167\sqrt{1 - c^2}.$$

L'erreur relative commise en appliquant cette formule est nulle pour $c = 1$, $c = 0$, insensible pour $\sqrt{1 - c^2} = \frac{1}{2}$, $\frac{1}{77}$ pour $\sqrt{1 - c^2} = \frac{3}{4}$, et $-\frac{1}{53}$ pour $\sqrt{1 - c^2} = \frac{1}{4}$, approximation qui est bien suffisante dans les applications.

» Quoi qu'il en soit, on voit, d'après la formule (4), que la courbure a diminué à partir de A jusqu'au point pour lequel $\varphi = \alpha$ (valeur dont les limites sont 34°,5 et 46°,5), et qu'elle a augmenté à partir de ce point jusqu'à B. La courbe moyenne s'est donc en quelque sorte arrondie.

» En tenant compte de la résultante élastique tangente à cette courbe, on reconnaît que le point dangereux se trouve en B, ce qui permet de calculer l'épaisseur qu'il convient de donner à la chaudière pour obtenir une sécurité convenable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dérivé de la nicotine.* Note de MM. A. CAHOURS et A. ÉTARD.

« M. Schlœsing, le savant directeur de l'École d'application des tabacs, nous ayant fourni les moyens de préparer dans son laboratoire de grandes quantités de nicotine, nous nous sommes proposé d'étudier l'action d'un certain nombre de réactifs sur cette substance, afin de nous éclairer sur sa constitution.

» Les travaux qui ont été publiés sur cette base dans ces dernières années établissent nettement qu'elle se rattache de la manière la plus étroite à la *pyridine*, qui occupe la tête de cette intéressante série d'amines isomères de l'aniline et de ses homologues. On peut, en effet, se procurer facilement cette substance, dont on a constaté l'existence dans les produits de la combustion du tabac, en transformant la nicotine, par oxydation au moyen de l'acide azotique ou mieux du permanganate de potasse, en acide *carboxypyridénique*, qui, sous la double influence de la chaleur et des bases alcalines, se scinde en acide carbonique et pyridine, ainsi que l'exprime l'équation

$$\underbrace{C^{12}H^{5}AzO^{4}}_{\text{Ac. carboxypyridénique.}} = C^{2}O^{4} + \underbrace{C^{10}H^{5}Az.}_{\text{Pyridine.}}$$

» On pourrait, en raison de cette relation, considérer la nicotine comme de la *dipyridine* qui aurait fixé H^4 :

$$\underbrace{C^{20}H^{10}Az^{2}}_{\text{Dipyridine.}} + H^{4} = \underbrace{C^{20}H^{14}Az^{2}.}_{\text{Nicotine.}}$$

» Inversement, en soustrayant H^4 de la molécule de la nicotine, on serait en droit d'espérer pouvoir obtenir la *dypiridine*. Les tentatives que nous avons faites en vue d'enlever à la nicotine une partie de son hydrogène à l'aide des halogènes ne nous a pas, quant à présent, donné de résultats satisfaisants; nous nous proposons toutefois de les reprendre plus tard.

» Il semblerait pareillement qu'on pourrait opérer la transformation de la nicotine en amines primaires de la forme

$$C^{2m}H^{2m+3}Az,$$

soit par fixation d'hydrogène naissant sur la molécule de cette substance, soit par la dislocation de cette même molécule opérée sous l'influence d'une température bien supérieure à celle de son ébullition. Dans ce dernier cas, la formation des amines précédentes devrait être accompagnée de celle d'amines moins riches en hydrogène, telles que la pyridine, par exemple, ou l'un quelconque de ses homologues.

» Laissant maintenant de côté ces considérations, qui sont de pures hypothèses, nous nous bornerons à faire connaître dans cette Note les produits qui naissent de l'action réciproque du soufre et de la nicotine.

» On pouvait se demander *a priori* de quelle manière le premier de ces deux corps se comporterait à l'égard du second. Agirait-il sur la nicotine comme sur l'aniline et donnerait-il un produit de substitution analogue à la thianiline? donnerait-il naissance à des produits d'addition, ou bien lui enlèverait-il de l'hydrogène sous forme d'acide sulfhydrique et la ramènerait-il à l'état de dipyridine sur laquelle il agirait ensuite? Tel est le problème dont nous nous sommes proposé de rechercher la solution.

» Chauffe-t-on progressivement un mélange de 100 parties de nicotine et de 20 parties de soufre, la nicotine étant à dessein employée en excès, on observe, à partir de 140 degrés, le dégagement d'un gaz qui n'est autre que de l'acide sulfhydrique : le soufre agit donc d'abord sur la nicotine en la déshydrogénant.

» En prolongeant la chauffe sans dépasser la température de 150 à 155 degrés, le gaz continue à se dégager pendant un certain temps. Vers 160 à 170 degrés, la masse, parfaitement fluide, prend une couleur d'un vert de chrome : il faut s'arrêter alors et bien se garder de franchir cette limite. Le produit de la réaction étant abandonné dans un endroit frais, on voit s'en séparer en abondance, au bout de quelques jours, des cristaux prismatiques, d'un beau jaune de soufre, dont la longueur et la largeur atteignent plusieurs millimètres.

» On les sépare, au moyen de l'expression, de la majeure partie du liquide huileux qui les souille et qui consiste principalement en nicotine inaltérée; on les lave avec de l'alcool froid, qui les dissout à peine et les débarrasse complétement de la matière huileuse qui les mouillait. On les traite enfin par l'alcool bouillant, qui les dissout en forte proportion ; on agite la solu-

tion avec du noir animal pour la décolorer, et l'on filtre; par le refroidissement, il se sépare une abondante cristallisation.

» Ces cristaux, dont la couleur rappelle celle du soufre, peu solubles dans l'alcool froid, s'y dissolvent en grande quantité à chaud; ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans la benzine et moins encore dans l'éther. Ils fondent à 155 degrés et se prennent par le refroidissement en une masse résineuse jaune. Soumis à la distillation sèche, ils se décomposent en laissant dégager de l'acide sulfhydrique; du charbon se dépose avant que la matière entre en ébullition, et l'on voit distiller, en proportion très-faible, une huile volatile dont nous n'avons pu fixer la nature, faute de matière. Ces cristaux sont parfaitement neutres à l'égard du papier de tournesol humecté d'eau ou mieux encore d'alcool, qui les rend solubles.

» L'acide chlorhydrique les dissout abondamment; la solution possède une belle couleur jaune d'or. Evaporée dans le vide sur de l'acide sulfurique concentré, à la température ordinaire, cette liqueur, qui brunit en s'épaississant, se prend sous de légères influences en une masse formée de rognons qui sont eux-mêmes composés de fines aiguilles. Pour avoir le produit pur, il suffit de l'essorer sur du papier à filtre et de le dessécher ensuite sur l'acide sulfurique. En remplaçant l'acide chlorhydrique par de l'acide sulfurique étendu, il se produit un sulfate que nous n'avons pu obtenir sous la forme de cristaux définis.

» La potasse et la soude déterminent dans la solution du chlorhydrate un précipité blanc solide qui n'est autre que la base à l'état amorphe.

» L'addition du bichlorure de platine à la solution du chlorhydrate donne un précipité de chloroplatinate amorphe, d'un jaune brun.

» Le bichlorure de mercure donne pareillement un précipité que l'acide chlorhydrique redissout : c'est un chloromercurate qui se sépare de la solution précédente sous la forme d'aiguilles jaunes.

» L'acide picrique donne un sel soluble dans l'eau et cristallisable en aiguilles jaunes groupées.

» Le chlorure d'or forme dans la solution du chlorhydrate un précipité amorphe, soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose en paillettes micacées, brillantes.

» La solution du bichromate de potasse donne un précipité jaune.

» Le ferro et le ferricyanure de potassium donnent pareillement des précipités jaunes.

» L'iodure de potassium produit un précipité jaune soluble à 100 degrés.

» Le cyanure de potassium donne, comme l'iodure, un précipité blanc jaunâtre, également soluble à 100 degrés.

» L'eau de brome donne un précipité jaune, fusible dans l'eau chaude et se réunissant en gouttes pesantes.

» L'analyse de la base libre conduit à la formule

$$C^{40}H^{18}Az^{4}S^{2}.$$

» La composition du chlorhydrate, qui confirme celle de la base, est représentée par la formule

$$C^{40}H^{18}Az^{4}S^{2}, 2HCl.$$

» Une détermination de chlore et de platine nous a conduits, pour le chloroplatinate, à la formule

$$C^{40}H^{18}Az^{4}S^{2}, 2HCl, PtCl^{4}.$$

» L'analyse du chloromercurate, qui se présente sous la forme de prismes microscopiques entre-croisés, donne à l'analyse des nombres qui conduisent à la formule

$$C^{40}H^{18}Az^{4}S^{2}, HCl, 2(HgCl).$$

» En se basant sur les analyses précédentes, il semble qu'on puisse raisonnablement considérer la nicotine comme une combinaison de dipyridine et d'hydrogène, et, de fait, on sait que sous certaines influences les bases pyridiques ont une grande tendance à se polymériser pour donner naissance à des dibases. L'hypothèse, assez gratuite il est vrai, puisque nous ne pouvons, quant à présent, en donner de démonstration expérimentale, d'une dipyridine existant comme noyau dans la nicotine peut se reporter au corps sulfuré, et ici le rapprochement des formules continue. Le soufre enlève, ainsi que nous venons de le démontrer, de l'hydrogène à la nicotine, et en enlève même plus que n'en exige le retour à la dipyridine; la réaction, arrivée à ce terme, entame sans doute 2 molécules de dipyridine hypothétique qui se seraient soudées en une seule, dans laquelle se serait alors produit un phénomène de substitution analogue à celui que nous observons dans le cas de l'aniline.

» Le soufre, agissant sur 2 molécules de nicotine, la transformerait dans cette hypothèse, avec séparation d'acide sulfhydrique, en *tétrapyridine*, dans la molécule de laquelle il déterminerait une substitution; c'est ce qu'expriment les équations suivantes :

$$\underbrace{2(C^{20}H^{14}Az^{2})}_{\text{Nicotine.}} + 4S^{2} = 4H^{2}S^{2} + \underbrace{C^{40}H^{20}Az^{4}}_{\text{Tétrapyridine.}},$$

$$\underbrace{C^{40}H^{20}Az^{4}}_{\text{Tétrapyridine.}} + 2S^{2} = H^{2}S^{2} + \underbrace{C^{40}H^{18}Az^{4}S^{2}}_{\text{Thiotétrapyridine.}},$$

$C^{40}H^{18}Az^4S^2$ pouvant se représenter par $\left\{ \begin{matrix} C^{20}H^9Az^2 \\ C^{20}H^9Az^2 \end{matrix} \right\} S^2$, ce qui ferait en effet de ce produit un polymère de la pyridine dans lequel S^2 se serait substitué à H^2. Il représente, sous cette forme et par ses groupes C^{20}... le radical nicotique d'où l'on est parti.

» L'enlèvement d'hydrogène, déjà très-prononcé, réalisé par le soufre et donnant le dérivé cristallisé dont nous avons parlé précédemment, n'est pas la limite de la réaction. En employant une plus forte proportion de cet élément et élevant davantage la température, il se dégage des quantités considérables d'acide sulthydrique et l'on obtient des corps, que nous n'avons pu séparer quant à présent, dont la solution chlorhydrique est jaune et dont les chloroplatinates et chloromercurates, qui sont incristallisables, présentent une couleur brune plus ou moins foncée.

» Le travail bien incomplet que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, et que nous nous proposons de poursuivre activement, ne doit être considéré que comme une simple prise de date. »

MÉCANIQUE. — *Raisons formelles de la supériorité économique des machines Woolf ou Compound.* Note de M. A. LEDIEU.

« Afin de mettre le lecteur à même de saisir d'un seul coup d'œil les résultats les plus importants où nous ont conduit les applications des formules signalées dans notre Communication du 16 décembre dernier, nous donnerons le Tableau ci joint. Il est à peine besoin d'insister sur ce que les chiffres de ce Tableau sont conclus d'expériences que la grande habileté des ingénieurs qui les ont dirigées met hors de contestation.

» La comparaison des résultats de même espèce du Tableau forme une base indiscutable pour apprécier le mode d'action des chemises de vapeur, de la surchauffe et du fonctionnement au Woolf. Toutefois, pour la dépense par cheval, il importe de noter qu'il ne faut comparer entre elles que les machines qui ne diffèrent absolument que par la chemise de vapeur : cela tient à ce que cette dépense, lorsqu'on passe d'un genre de machine à un autre, est influencée par les différences dans l'étendue et le mode de la détente d'une part, et, d'autre part, dans la contre-pression du condenseur, la plus ou moins bonne régulation des tiroirs et le plus ou moins d'étranglement de la vapeur dans ses conduits. Ainsi, il est certain que le groupe de machines (3,4) est très-économique d'une manière absolue, en raison du peu d'étendue de l'expansion ; ce groupe doit donc, sous les autres rapports,

Tableau servant à apprécier les effets complexes et nuisibles dus : 1° à l'intervention calorifique des parois des cylindres dans les machines à vapeur ordinaires et dans les machines Woolf ou Compound ; 2° en outre, dans ces dernières, aux chutes de pression entre l'admetteur et le détendeur, défalcation faite de la diminution de l'influence coûteuse des espaces neutres de cylindre par rapport aux machines ordinaires.

	1	2	3	4	5	6	7	8
NOMS DES EXPÉRIMENTATEURS DES MACHINES	MM. HIRN, LELOUTRE, HALLAUER, DWELSHAUVERS-DERY, GROSSETÊTE. Dans toutes les expériences, on s'est assuré que les fuites intérieures étaient négligeables.						M. HALLAUER.	USINE D'INDRET.
Espèce de la machine	Machine ordinaire.	Même machine que la précédente.	Machine ordinaire.	Même machine que la précédente.	Machine Woolf, à un cylindre admetteur et un détendeur côte à côte.	Même machine que la précédente.	Machine Woolf à un cylindre admetteur et un détendeur côte à côte.	Compound marin à un cylindre admetteur et un détendeur côte à côte
Indications sur l'enveloppe	Sans chemise de vapeur.	Avec chemise de vapeur.	Sans chemise de vapeur.	Sans chemise de vapeur, mais avec une surchauffe de 86 degrés.	Sans chemise de vapeur.	Avec chemise de vapeur aux deux cylindres.	Avec chemise de vapeur aux deux cylindres.	Avec chemise de vapeur aux deux cylindres.
Pression absolue à la chaudière en atmosphères (en nombre rond)	5at	5at	4at	4at,5	4at	4at	5at	4at,5
Force en chevaux de 75 kilogrammètres sur les pistons (en nombre rond)	67ch,5	98ch	129ch,5	144ch	106ch	130ch	266ch	690ch
Nombre de tours par minute	55t	55t	29t	29t	23t	23t	25t	75t
Détente *réelle*, c'est-à-dire en tenant compte de l'espace neutre. (Par ailleurs, pour les Woolf, la détente *définitive* s'entend du rapport entre le volume *définitif* que prend dans le détendeur le fluide fourni par la chaudière et le volume qu'occupe ce fluide dans l'admetteur à la fin de l'introduction propre de ce cylindre)	13,7	9,1	3,9	3,9	4,4 (définitive)	4,4 (définitive)	Valve en partie fermée. 7,5 (définitive).	Valve en partie fermée. 4,8 (définitive).
Par coup de piston. 1° Dépense totale de chaleur, y compris le calorique dégagé par le frottement du ou des pistons, en tenant compte de la chemise de vapeur, s'il y en a, et en supposant l'eau d'alimentation à 40 degrés. $Q_1 =$	66cal,64	74cal,10	226cal,05	200cal,44	253cal,49	266cal,45	475cal,31	408cal,00
2° Dépense totale à la chaudière, évaluée en kilogrammes de vapeur saturée sèche, provenant d'eau à 40 degrés. $N =$	0kg,1081	0kg,1154 + 0kg,0048 pour la chemise.	0kg,3701	0kg,3272	0kg,4136	0kg,3920 + 0kg,0429 pour la chemise.	0kg,0962 + 0kg,0791 pour la chemise.	0kg,6248 + 0kg,0405 pour la chemise.
3° Dépense totale à la chaudière par cheval de 75 kilogrammes sur le ou les pistons et par heure, en kilogrammes de vapeur saturée sèche	10kg,56	8kg,06	9kg,94	7kg,92	10kg,77	9kg,23	8kg,74	8kg,68
en kilogrammes de houille de bonne qualité	1kg,30	0kg,99	1kg,23	0kg,98	1kg,33	1kg,14	1kg,08	1kg,01
Éléments servant à calculer Q et α'. Poids du fluide qui remplirait, à la fin de l'admission, le cylindre supposé adiabatique	0kg,0455	0kg,0700	0kg,2597	0kg,2341 de vapeur surchauffée de 86°.	0kg,4067	0kg,4067	0kg,6565	0kg,5962
Température de la vapeur au commencement, et, plus ou moins sensiblement, aussi à la fin de l'admission... $t =$	152°	153°	141°	145° + 86° de surchauffe.	142°	142°	142°	137°
Proportion de vapeur par kilogramme de fluide à l'entrée même dans le cylindre	0,955	0,950	0,990	vapeur surchauffe de 86°.	0,922	0,922	0,971	0,970
Dépense de chaleur *fictive* par coup de piston, si les parois de cylindre étaient adiabatiques $Q =$	26cal,02	39cal,93	156cal,89	152cal,63	235cal,65	235cal,65	390cal,69	353cal,48
$Q_1 - Q = q' =$	40cal,62	34cal,17	69cal,16	47cal,81	17cal,84	30cal,80	84cal,62	54cal,52
Travail *effectif* de la vapeur, par coup de piston $T'_d =$	2764kgm,0	4006kgm,5	10050kgm,0	11141kgm,0	10369kgm,0	12717kgm,4	23916kgm,0	20689kgm,0
Travail *absolu* de la vapeur réalisé pendant la détente entendue comme il est spécifié plus haut $\alpha =$	2422kgm,5	3408kgm,5	6732kgm,0	7020kgm,0	4696kgm,0 (¹)	7093kgm,0 (¹)	17948kgm,0	12700kgm,0
Travail *absolu* de la vapeur réalisable pendant la détente, si elle était adiabatique $\alpha' =$	1803kgm,1	2348kgm,2	5705kgm,2	5672kgm,5 calculé par la méthode propre à la vapeur surchauffée.	9351kgm,0	9351kgm,0	19574kgm,2	14842kgm,5
Augmentation de la consommation de vapeur et par suite de combustible résultant : 1° de l'intervention calorifique des parois du ou des cylindres ; 2° de plus pour les Woolf, des chutes de pression entre l'admetteur et le détendeur, défalcation faite *ut suprà*. $\alpha - \alpha' = \theta_d =$	+619kgm,4	+1060kgm,3	+1026kgm,8	+1347kgm,5	−4655kgm,0	−2258kgm,0	−1626kgm,2	−2142kgm,5
évaluée en *quantum pour* 100 de la consommation *fictive* réalisable avec des parois de cylindre *adiabatiques* $r =$	50 p. 100	27 p. 100	23 p. 100	13 p. 100	36 p. 100	25 p. 100	23 p. 100	21 p. 100
évaluée en *quantum pour* 100 de la consommation *réelle* $r' =$	33 p. 100	21 p. 100	18 p. 100	12 p. 100	26 p. 100	20 p. 100	19 p. 100	18 p. 100
$r = \frac{q'}{Q_1} - \frac{\theta_d}{T''_d - \theta^3_d}\left(1 - \frac{q'}{Q_1}\right)$, $r' = \frac{r}{1+r}$.								
De toute la chaleur dépensée, y compris le calorique dégagé par le frottement du ou des pistons moteurs. *Quantum pour* 100 (³) cédés aux parois pendant l'admission, *exclusivement* par condensation de la vapeur introduite $\frac{B}{Q_1} =$	49 p. 100	34 p. 100	25 p. 100	11 p. 100	5,3 p. 100	1,0 p. 100	9,1 p. 100	3,7 p. 100
Quantum pour 100 (³) restitué *en tout* à la vapeur pendant sa détente, ou ses diverses détentes pour les Woolf. $\frac{H'}{Q_1}$ ou pour les Woolf $\frac{H' + H'_1 + \hat{H}'}{Q_1} =$	18 p. 100	31 p. 100	8,6 p. 100	3,8 p. 100	−6,7 p. 100 (²)	7,5 p. 100	14 p. 100	1,1 p. 100
Quantum pour 100 (³) afférent au refroidissement *total* au cylindre pendant l'évacuation, et constituant une perte entièrement inutile, c'est-à-dire sans compensation d'aucune sorte $\frac{R'}{Q_1}$ ou pour les Woolf $\frac{\hat{R}'}{Q_1} =$	29 p. 100	5,4 p. 100	16,4 p. 100	8,5 p. 100	12 p. 100	0,7 p. 100	1,6 p. 100	6,4 p. 100
Quantum pour 100 représentant la dépense de la ou des chemises de vapeur $\frac{\chi'}{Q_1} =$	»	3,8 p. 100	»	»	»	9,8 p. 100	10 p. 100	6,1 p. 100
Quantum pour 100 (³) représentant l'échauffement interne dû à la ou aux chemises de vapeur et au frottement du ou des pistons moteurs, défalcation faite de l'influence des refroidissements extérieurs $\frac{(h'+\eta'+h'_1+\eta'_1)-(h'_2+\eta'_2)}{Q_1}$, ou pour les Woolf $\frac{(h'+\eta'+\hat{h}'+\hat{\eta}')+(h'_1+\eta'_1+\hat{h}'_1+\hat{\eta}_1)-(h'_2+\eta'_2+\hat{h}'_2+\hat{\eta}'_2)}{Q_1} =$	−1,3 p. 100	+2,3 p. 100	−0,2 p. 100	−0,9 p. 100	+0,5 p. 100	+7,2 p. 100	+6,8 p. 100	3,9 p. 100

(¹) Les valeurs de α relatives aux machines 5 et 6 sont différentes des nombres donnés d'abord par M. Hirn dans ses résultats d'expériences. Ces derniers nombres ont besoin d'être corrigés du travail de la contre-pression au cylindre détendeur pour donner le travail *absolu* afférent à la détente *définitive*. Le savant ingénieur a eu l'obligeance de nous envoyer une évaluation de cette contre-pression, qui nous a permis d'effectuer la correction en question. — Dans tous les cas, lesdites valeurs sont notablement inférieures à α', à cause surtout des étranglements qui doivent exister dans les passages de vapeur entre les deux cylindres.

(²) Le signe — signifie que, pendant la détente entre les deux cylindres, la vapeur cède de la chaleur aux parois du cylindre détendeur.

(³) D'après la formule qui donne la valeur de R' (ou $\hat{R}'$ pour les Woolf), la somme algébrique du premier et du dernier des divers *quantum pour* 100 ci-donnés doit être égale à la somme du second et du troisième (à quelques dixièmes près négligés).

se trouver dans d'excellentes conditions. Au contraire, le groupe (5,6), bien qu'ayant une faible détente, a une consommation relativement exagérée, eu égard à l'emploi du Woolf; cette exagération doit tenir à des passages de vapeur trop étroits et, en outre, au manque de détente *propre* dans chaque cylindre.

» La quantité r ou r' du Tableau, déduite d'une formule qui nous est essentiellement propre, est l'élément le plus important à consulter pour apprécier la valeur relative de machines de tout système dans des *essais sans aucune fuite intérieure*. C'est ainsi que, sous cette condition expresse, on constate que, par rapport aux machines ordinaires, les Woolf perdent presque entièrement, du fait même des chutes de pression entre l'admetteur et le détendeur, ce qu'ils font gagner par la restriction, conformément aux indications du bas de notre Tableau, des effets nuisibles dus à l'intervention calorifique des parois des cylindres, et aussi par la diminution, d'ailleurs tout à fait secondaire (voir notre Communication du 9 décembre dernier), de l'influence coûteuse des espaces neutres de cylindre. Mais grâce à leur mode même d'action, perfectionné du reste par de la détente *propre* à chaque cylindre, les Woolf ont une extrême douceur de fonctionnement, d'où il résulte, entre autres, une grande lenteur dans l'usure des organes, une garantie contre leurs avaries et une diminution de la dépense de graissage. Ils jouissent, en outre, d'une absence presque complète de fuites intérieures à l'*user*, à cause de la différence relativement très restreinte entre les pressions simultanées sur les deux faces de chaque piston. C'est ce qui explique, on ne saurait trop le répéter, que, surtout depuis l'emploi des hautes pressions, les *Compounds* ont une si grande vogue dans les diverses marines tant commerciales que militaires, bien que, sous le rapport exclusif de la consommation de combustible *au début*, voire même seulement *aux essais*, on puisse parvenir, comme l'usine Farcot notamment, à réaliser des machines *ordinaires* qui, tout en se réduisant au cylindre détendeur d'un Woolf de même force, soient aussi économiques (1 kilogramme à $0^{kg},8$ de charbon par cheval indiqué et par heure), grâce à de la surchauffe, à une bonne chemise de vapeur, un excellent vide, une parfaite distribution de la vapeur, etc. Tel est le point de vue auquel se placent aujourd'hui divers ingénieurs pour combattre l'emploi du Woolf, en faisant d'ailleurs entrer en ligne de compte le coût des appareils et leur poids. Mais nous ne saurions les suivre dans cette voie, qui sera pleine de déboires pour ses promoteurs, à moins qu'il ne s'agisse de machines de terre soumises à des soins attentifs de chaque jour et confiées à d'habiles conducteurs. Sinon,

au bout de quelque temps de marche, et en service courant, la valeur économique des nouveaux appareils projetés, voire même leur solidité, *surtout s'ils fatiguent comme à la mer,* ne tarderait pas à disparaître avec l'inévitable oblitération des conditions éphémères de leur bon fonctionnement aux essais. De son côté, le surcroît du coût d'établissement est très-vite compensé par les économies *soutenues* de combustible et de graissage; puis l'accroissement de poids est bien plus *limité* qu'il ne le paraît au premier abord, attendu que, si le Woolf entraîne en plus un cylindre admetteur, les pièces de transmission de mouvement y ont à subir des efforts *maxima* notablement moindres et par suite peuvent être plus légères ([1]).

» En terminant cette importante discussion, nous ferons ressortir, comme intéressant à un haut point la philosophie des sciences appliquées, l'analyse minutieuse à laquelle il a fallu se livrer pour mettre en parfaite évidence le rôle *définitif* et *précis* du Woolf, qui a été si longtemps débattu et incomplétement expliqué avant l'emploi de la *Thermodynamique expérimentale.* »

CHIMIE. — *Recherches sur la proportion de l'acide carbonique dans l'air.* Note de M. J. Reiset.

« Les Traités de Chimie qui se succèdent reproduisent à peu près textuellement la déclaration suivante, devenue classique et pour ainsi dire officielle : *L'air atmosphérique contient une petite quantité d'acide carbonique variant ordinairement entre 4 et 6 dix-millièmes en volume.* En consultant les travaux les plus précis des savants illustres qui ont contribué à faire adopter ces chiffres, on s'étonne de constater des variations brusques dans les proportions de l'acide carbonique atmosphérique; on trouve que, dans les mêmes conditions météorologiques, à quelques heures de distance, les chiffres sont souvent doublés. Il semble même que ces variations inexplicables donnent le droit de mettre en doute l'exactitude absolue des résultats publiés et surtout la sûreté des déductions, suivant moi trop positives, qui en sont tirées. De nouvelles recherches pouvaient être utilement entre-

([1]) A propos du rôle considérable que jouent, sous le rapport économique, les fuites intérieures en service courant, il convient de prémunir les constructeurs de machines marines contre les inconvénients graves que pourraient avoir pour la navigation les distributeurs genre Corliss, car le peu qu'ils sont en mesure de faire gagner du côté des espaces neutres et de la régulation serait bien vite annihilé par un manque d'étanchéité suffisante à la mer, surtout par gros temps.

prises sur ce sujet intéressant, et, après avoir étudié une méthode qui permet d'aborder la solution du problème en rase campagne, loin des habitations, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie la premiere partie de ces recherches, commencées dès le mois de juin 1872.

» Un attrait particulier m'a encouragé, en poursuivant ce long travail parfois pénible et monotone; ma pensée se reportait aux admirables phénomènes de végétation ou de combustion et aux grands résultats produits par les quelques *dix-millièmes* d'acide carbonique répandus dans notre atmosphère. Mais, pour déterminer ces dix-millièmes avec précision et rendre les erreurs d'observation moins sensibles, il paraît tout d'abord nécessaire d'opérer sur un volume d'air assez grand. J'ai donc fait construire deux aspirateurs d'une contenance de 600 litres environ; chacun de ces aspirateurs, en forte tôle galvanisée et pourvu de bons robinets en bronze pour le service, est solidement installé sur un bâti convenable, avec brancards pour atteler un cheval; des roues supportent ce train mobile de manière à faciliter le transport dans les champs, dans les bois ou au milieu des récoltes. Une petite cabane couverte suit l'aspirateur; dans ce laboratoire en plein vent, on dispose les appareils qui doivent servir à absorber en même temps l'eau et l'acide carbonique contenus dans un volume d'air exactement mesuré. La vapeur d'eau est recueillie et pesée dans un tube en U contenant des fragments de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique concentré.

» Pour doser l'acide carbonique, j'ai adopté la méthode volumétrique basée sur l'emploi de liqueurs titrées. Quand on dirige un volume connu d'air, plus ou moins chargé d'acide carbonique, dans une solution aqueuse de baryte préalablement saturée de carbonate, on peut admettre que le carbonate de baryte formé et précipité à l'état insoluble représente exactement la totalité de l'acide carbonique contenu dans ce volume d'air. En prenant les précautions nécessaires, l'absorption de ce gaz est en effet complète. La capacité de saturation de l'eau de baryte, avant et après l'expérience, est déterminée par un acide titré. Le poids de la baryte éliminée, à l'état de carbonate insoluble et séparé par le repos, se trouve ainsi très-rapidement précisé. Un calcul des plus simples donne l'équivalent d'acide carbonique pour le poids d'acide titré employé. En opérant avec l'acide sulfurique convenablement étendu, ce procédé m'a donné les meilleurs résultats.

» Voici, en quelques mots, les principales dispositions adoptées : 100 centimètres cubes d'eau de baryte sont distribués dans un grand barboteur en verre à trois boules; trois barboteurs semblables sont réunis en batterie.

Quand l'aspirateur fonctionne, l'air, divisé en petites bulles par les tubes plongeurs, traverse successivement les neuf boules, contenant ensemble 300 centimètres cubes d'eau de baryte : aucune trace d'acide carbonique n'échappe au liquide absorbant; on peut constater que les deux dernières boules restent ordinairement très-limpides après un débit de 600 litres d'air en douze heures. Quand l'expérience est terminée, on réunit avec soin l'eau de baryte des trois barboteurs dans un flacon; le carbonate se dépose rapidement, et, après quarante-huit heures, on prélève avec une pipette spéciale la plus grande partie du liquide, très-limpide, qui est ainsi séparé du précipité. Cette eau de baryte doit être analysée sans avoir été filtrée, car j'ai reconnu que le papier retient dans son tissu une notable quantité de baryte; en employant la filtration pour séparer le carbonate, le dosage devient inexact.

» L'air sec, en traversant l'eau de baryte dans les barboteurs, cause une évaporation dont il faut tenir compte. Deux moyens peuvent être employés pour faire exactement cette correction : un tube contenant de la ponce sulfurique est placé après la batterie des barboteurs et recueille la vapeur aqueuse; la pesée de ce tube indique le nombre de centimètres cubes d'eau distillée qui doivent être ajoutés à l'eau de baryte réunie après l'expérience. Ce moyen est le plus simple; cependant, pour éviter toute pesée, les tubes à ponce sulfurique peuvent être retranchés; il faut alors faire un lavage méthodique des trois barboteurs avec de l'eau distillée et amener le volume total de la liqueur barytique à 450 centimètres cubes, mesurés dans un vase à col étroit, pour obtenir un affleurement exact. Le changement de volume est pris en compte dans le calcul, lorsque l'on procède au titrage. En tous cas, la différence trouvée entre les deux titres pour l'eau de baryte, avant et après l'expérience, se traduit en centimètres cubes d'acide sulfurique décime, chaque centimètre cube de cet acide équivalant à $0^{gr},00275\,CO^2$, pour le carbonate de baryte BaO,CO^2.

» Dans son *Cours de Chimie*, Regnault a décrit avec beaucoup de clarté le fonctionnement d'un *aspirateur* dans lequel l'air pénètre sans pression : j'ai dû modifier un peu cet appareil, afin d'obtenir une circulation régulière quand sont interposés des tubes et des boules chargés de liquide; dans ce cas, l'air qui remplit l'aspirateur a une force élastique notablement plus faible que l'air extérieur; la différence de pression peut varier entre 20 et 30 millimètres de mercure. Pour éviter la rentrée de l'air extérieur dans l'aspirateur par le robinet à cadran, qui règle l'écoulement de l'eau, la douille de ce robinet est liée avec un tube de verre de 1 mètre de longueur plongeant de quelques centimètres dans un vase rempli d'eau. Au

moment où se termine l'expérience, la mesure de l'eau soulevée dans le tube de verre pourrait indiquer la pression de l'air recueilli; un manomètre à mercure, mis en communication avec l'aspirateur, permet de déterminer exactement cette pression. On observe en même temps le baromètre et, enfin, un thermomètre dont le réservoir est placé au centre même de l'aspirateur. Avec ces données, le volume d'air analysé est ramené par le calcul ordinaire à zéro, à l'état sec et à $0^m,760$.

» Pour terminer cet exposé, je dois encore ajouter que je me suis préoccupé de savoir si l'eau de baryte pouvait exercer une action dissolvante sur le verre des vases en usage; j'ai varié les essais, et je me suis assuré que, dans les conditions où se font les expériences, on n'a pas à craindre la dissolution des alcalis qui entrent dans la composition du verre. L'eau de baryte employée est d'ailleurs peu concentrée et contient, en moyenne, 20 grammes BaO par litre : elle est préparée en dissolvant les cristaux d'hydrate dans l'eau distillée, jusqu'à saturation convenable.

» En installant mes appareils à la campagne, j'avais formé le projet de suivre une série d'expériences comparatives, et d'étudier particulièrement l'influence de la végétation sur la proportion de l'acide carbonique dans l'air, au milieu même des foyers de réduction ou de combustion. Un des aspirateurs a été fixé dans les champs, bien à découvert, loin de toute habitation. Cette *station des champs* se trouvait à 8 kilomètres environ de Dieppe, à l'altitude de 96 mètres, avec la mer pour horizon de l'ouest au nord-est. L'air était puisé à 4 mètres au-dessus du sol. Le deuxième aspirateur mobile, comme je l'ai indiqué, a été transporté successivement sous bois ou dans les récoltes. J'espère pouvoir publier prochainement les détails de ces nombreuses expériences dans les *Annales de Chimie et de Physique,* me bornant à transcrire ici des résultats généraux.

Du 9 septembre 1872 au 20 août 1873, quatre-vingt-douze expériences ont été faites de jour ou de nuit, à la station des champs; elles ont été toutes inscrites, sans exception. Pour chacune de ces expériences, la moyenne a donné $156^{cc},8$ acide carbonique dans $532906^{cc},6$ air atmosphérique sec, à zéro et à $0^m,760$. On déduit donc, comme moyenne générale, la proportion de 2,942 acide carbonique dans 10000 air, en volume, à la *station des champs*. La lecture des tableaux fait ressortir la concordance des résultats partiels; on ne trouve aucune variation dans le chiffre des dix-millièmes. La plus grande différence observée est de 3 pour 100000 en volume, entre le *maxima* et le *minima*. Je n'ai jamais obtenu la proportion de 4 pour 10000, et je ne parle ici que pour mémoire du chiffre de 6 dix-millièmes, encore plus inexact.

» Quant à la vapeur d'eau, elle varie entre des limites étendues, suivant la température de l'air et suivant son état de saturation. Voici les chiffres extrêmes fournis par mes observations. Pour un poids d'air représenté par 10000, on a trouvé 118,30 d'eau, en poids, le 21 juillet 1873, et seulement 32,76 le 25 avril.

» Les observations comparatives, sous bois et dans les récoltes, montrent que la diffusion des gaz est pour ainsi dire instantanée; les variations dans la proportion de l'acide carbonique sont à peine appréciables. Vingt-sept expériences dans un jeune bois-taillis, bien feuillu, ont donné une moyenne de 2,917 CO^2 pour 10000 d'air en volume; tandis qu'on obtenait 2,902 CO^2 aux mêmes heures, à la station des champs.

» L'air puisé dans une très-belle récolte de trèfle rouge en fleurs, au mois de juin, contenait 2,898 CO^2 pour 10000; on trouvait pendant ce temps 2,915 CO^2 à la station normale.

» Une prise d'air établie à $0^m,30$ au-dessus du sol, dans un champ d'orge garni de luzerne, en pleine végétation, au mois de juillet, donne pour moyenne de l'acide carbonique 2,829; à la station des champs, on trouve 2,933 CO^2 pour volume, air 10000.

» La présence d'un troupeau de trois cents moutons au pâturage, dans le voisinage de l'appareil, pendant une belle journée calme, s'est révélée par une augmentation notable dans la proportion de l'acide carbonique : on a obtenu 3,178 CO^2 pour 10000 air, en volume.

» A Paris, rue de Vigny, près du parc Monceau, pendant le mois de mai, alors que les feux commencent à s'éteindre, la proportion d'acide carbonique se règle à une moyenne de 3,027 pour 10000 air, en volume, cette moyenne déduite des observations que j'ai faites, pendant les années 1873, 1875 et 1879.

» L'ensemble de mes expériences m'autorise à poser cette conclusion générale :

» L'air atmosphérique libre contient, en moyenne, 2,942 acide carbonique pour 10000, en volume. Dans des conditions très-diverses, les variations extrêmes n'ont pas dépassé 3 pour 100000.

» Si l'on veut étudier les relations qui peuvent exister entre ces variations et les différents états de l'atmosphère, on devra employer des méthodes rigoureuses, permettant d'affirmer l'exactitude des *cent-millièmes*. Tel est le but que je désire atteindre en poursuivant mes recherches. »

M. Daubrée communique à l'Académie les renseignements suivants sur l'expédition de M. Nordenskiöld :

« L'Académie sera heureuse d'apprendre des nouvelles satisfaisantes de M. Nordenskiöld. Selon toute probabilité, le navire à vapeur arrêté par les glaces dont, l'automne dernier, des baleiniers avaient aperçu de loin la cheminée, près du détroit de Behring, non loin de l'East-Cap, ne pouvait être que le *Vega*. C'est là en effet, à Sertsa-Kamen, que l'intrépide explorateur est bloqué depuis le 16 septembre. D'après les deux derniers mots du télégramme qu'a bien voulu m'adresser M. Oscar Dickson, il y a tout lieu d'être rassuré sur la situation de M. Nordenskiöld. Espérons que notre courageux Correspondant pourra bientôt sortir des glaces et nous faire part des faits importants qu'il n'a pas manqué de recueillir dans cette mémorable traversée et dans ce nouvel hivernage au milieu des glaces polaires. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Santini*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. A. Hall	obtient	33	suffrages.
M. Warren de la Rue	»	8	»
M. Fleuriais	»	3	»
M. Dubois	»	2	»
M. Auwers	»	1	»
N. Schiaparelli	»	1	»

M. A. Hall, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transparence des milieux de l'œil pour les rayons ultra-violets.* Note de M. J.-L. Soret.

« Les milieux de l'œil laissent passer les rayons ultra-violets, au moins partiellement : c'est ce que prouve la possibilité de distinguer par vision

directe, moyennant certaines précautions, les raies extrêmes du spectre solaire. J'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à déterminer si cette transparence s'étend aux rayons encore plus réfrangibles de l'étincelle d'induction. J'ai opéré sur des yeux de bœuf, de veau et de mouton à l'aide de la méthode précédemment décrite (1), basée sur l'emploi du spectroscope à oculaire fluorescent.

» L'*humeur aqueuse* et l'*humeur vitrée* se comportent l'une et l'autre à peu près de même : placées dans une auge de verre fermée par des lames de quartz distantes de 1 centimètre, ces deux liquides interceptent la raie 15 du cadmium et tous les rayons plus réfrangibles. En d'autres termes, la limite de transparence est sensiblement la raie U du spectre solaire ($\lambda = 294,8$, Cornu).

» Sous une épaisseur moindre, de 2 à 3 millimètres, ces substances interceptent encore les raies 16 à 20 du cadmium, mais elles laissent passer les raies plus réfrangibles 22 à 24; elles donnent donc lieu à une bande d'absorption dont le centre est entre les raies 17 et 18 du cadmium.

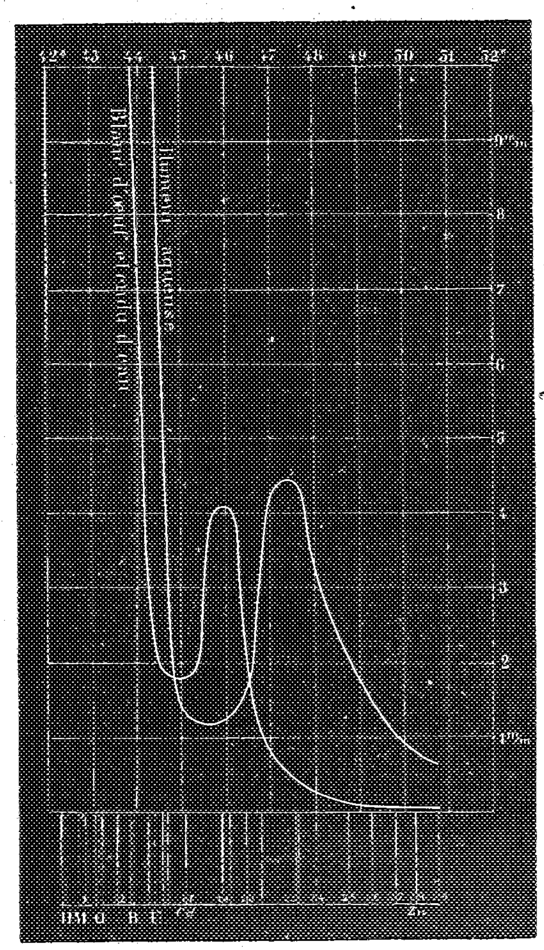
» La figure ci-contre donne la courbe représentant schématiquement la limite de transparence de l'humeur aqueuse. On a pris comme abscisse la déviation des rayons au travers d'un prisme de quartz de 60 degrés et comme ordonnée l'épaisseur de la couche liquide. La position des principales raies du cadmium et de quelques raies solaires est indiquée au bas du dessin. La courbe de l'humeur vitrée n'est pas sensiblement différente; il se présente d'ailleurs de petites différences suivant les yeux sur lesquels on opère.

» Il me paraît probable que ces propriétés d'absorption sont dues aux substances albuminoïdes contenues dans l'humeur vitrée et dans l'humeur aqueuse. L'albumine ou plutôt le blanc d'œuf donne lieu à une courbe dont la forme générale présente de grands rapports, mais qui en diffère cependant d'une manière notable à certains égards. Cette courbe est représentée également dans la figure (1 volume de blanc d'œuf étendu de 5 volumes d'eau). On observe en particulier que la bande d'absorption et le maximum de transmission qui la suit sont déplacés du côté moins réfrangible. Il importe de remarquer en outre que la proportion d'albumine contenue dans le blanc d'œuf étendu de 5 volumes d'eau est de 2 pour 100 environ, tandis que dans les humeurs aqueuse et vitrée il n'y a guère que 0,15 pour 100 de matières albuminoïdes. Le sang défibriné étendu donne

(1) *Comptes rendus* du 18 mars 1878.

aussi une bande d'absorption coïncidant par sa position avec celle de l'albumine de l'œuf, mais moins accentuée.

» La *cornée* et le *cristallin* sont plus absorbants que les humeurs aqueuse et vitrée, fait qui avait déjà été reconnu et qui s'accorde bien avec la fluorescence caractérisant ces corps. L'observation est naturellement plus difficile, puisque l'on ne peut pas aisément faire varier l'épaisseur sur laquelle on opère et que ces substances sont très-facilement altérables.



» La cornée du bœuf ou du veau, soit appliquée sur une lame de quartz, soit placée dans une auge remplie d'eau distillée, intercepte tous les rayons plus réfrangibles que la raie U du spectre solaire. La transparence générale de l'humeur aqueuse sous la même épaisseur est bien plus grande.

» Le cristallin du bœuf, plongé dans une auge remplie d'humeur aqueuse ou simplement placé en avant de la fente du spectroscope, sur laquelle il

concentre la lumière, ne laisse pas passer les rayons plus réfrangibles que la raie du magnésium $\lambda = 383$ (voisine de L du spectre solaire). Le cristallin du mouton, sans doute à cause de sa moindre épaisseur, transmet jusqu'à la raie 12 du cadmium (voisine de Q). Cette dernière raie est plus facilement visible quand on reçoit sur la fente du spectroscope les rayons qui ont passé par les bords du cristallin.

» La substance qui forme le cristallin est très-différente des humeurs aqueuse et vitrée au point de vue de la transparence. Elle est incomparablement plus absorbante pour les rayons de grande réfrangibilité, qui sont complétement interceptés par les coupes les plus minces que l'on puisse faire. En plaçant un peu de la matière semi-fluide qui forme les couches extérieures du cristallin entre deux lames de quartz que l'on presse l'une contre l'autre, on n'arrive pas à distinguer les raies 22 et suivantes du cadmium. On remarque que la raie 17 n'est visible que si l'on comprime très-fortement, tandis que les raies 18 à 20 sont plus faciles à percevoir. En délayant le cristallin dans l'eau, on obtient une liqueur dont la courbe d'absorption diffère de celle de l'humeur aqueuse et se rapproche beaucoup de celle du blanc d'œuf.

» J'ai opéré aussi sur l'œil entier du bœuf et du mouton, en enlevant les membranes qui forment le fond du globe de manière à mettre à nu le corps vitré. Je n'ai pu distinguer au delà de la raie du magnésium $\lambda = 383$; les raies 9 et suivantes du cadmium sont interceptées.

» L'œil de l'homme vivant est certainement sensible à des rayons plus réfrangibles. Ce fait s'explique facilement par les moindres dimensions de l'organe et particulièrement du cristallin, qui, chez l'homme, n'a que 4 à 5 millimètres d'épaisseur, tandis qu'il en a 8 à 9 chez le mouton. D'ailleurs, les tissus s'altèrent rapidement après la mort; enfin, il est fort possible que des radiations, déjà assez affaiblies pour ne plus produire une fluorescence appréciable, puissent encore affecter le nerf optique.

» En tous cas, je crois pouvoir conclure que l'absorption par l'ensemble des milieux de l'œil doit rendre impossible la perception de rayons dont la réfrangibilité dépasse celle des radiations extrêmes du spectre solaire, soit de la raie U. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Indépendance des changements du diamètre de la pupille et des variations de la circulation carotidienne* (¹). Note de M. **François-Franck**, présentée par M. Marey.

(Renvoi au Concours du Prix de Physiologie.)

« La théorie *vasculaire* qui subordonne les variations du diamètre de la pupille aux différents degrés de réplétion des vaisseaux sanguins de l'iris repose sur un fait général qui est démontré, à savoir que tous les tissus vasculaires, dont la texture est assez souple, présentent des alternatives de turgescence et d'affaissement en rapport avec les variations de la circulation. Cette théorie rend parfaitement compte de quelques-uns des mouvements de l'iris, par exemple de ceux qui sont en rapport avec la respiration chez les animaux dont les pneumogastriques sont coupés et chez lesquels les influences respiratoires sur la circulation prennent une importance exagérée; elle s'applique aussi aux changements de diamètre de la pupille suivant les attitudes. Mais les variations importantes et durables de l'orifice pupillaire qu'on observe en excitant certains nerfs par voie directe ou réflexe ne peuvent être subordonnées aux variations de la circulation : elles résultent de l'action des muscles de l'iris et non pas seulement des différents degrés de turgescence de son tissu.

Il est possible, en effet, d'obtenir les dilatations et resserrements de l'iris indépendamment des modifications de la circulation. J'ai déjà soumis à l'Académie quelques recherches sur ce sujet (22 juillet 1878) : j'exposerai dans cette Note l'ensemble des résultats que j'ai obtenus.

» I. Quand on coupe le cordon cervical du sympathique au-dessous du ganglion cervical supérieur, on observe à la fois le resserrement de l'iris et la dilatation des vaisseaux carotidiens; mais, si l'on sectionne seulement le prolongement anastomotique entre le ganglion cervical supérieur et le ganglion de Gasser, le resserrement de l'iris se produit seul : les branches profondes de la carotide correspondante ne subissent pas de dilatation. Si l'on coupe, après cette section du prolongement crânien, le cordon cervical du sympathique, l'iris ne présente pas de nouveau resserrement et les vais-

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Marey.

seaux carotidiens superficiels et profonds, paralysés, se dilatent. Quand enfin, le prolongement anastomotique du ganglion cervical supérieur avec le trijumeau étant coupé, on excite le segment périphérique du sympathique cervical, l'iris ne se dilate pas et les vaisseaux carotidiens se resserrent; réciproquement, l'excitation du prolongement cranien fait dilater l'iris sans modifier le calibre des vaisseaux carotidiens.

» II. On peut arriver à la démonstration de l'indépendance de la dilatation pupillaire et du resserrement des vaisseaux par d'autres procédés :

» 1° *En comparant les phases du resserrement vasculaire et celles de la dilatation de l'iris que produit l'excitation du sympathique cervical.* Cette comparaison s'obtient en recueillant d'une part la courbe du resserrement des vaisseaux carotidiens à l'aide d'un manomètre enregistreur appliqué au bout périphérique d'une carotide, en inscrivant simultanément d'autre part les phases de la dilatation pupillaire avec un signal à transmission par l'air. On constate ainsi, en appliquant des excitations faibles au segment périphérique du sympathique cervical, que la pupille commence à se dilater avant le début du resserrement vasculaire; qu'elle arrive à sa dilatation complète pendant que les vaisseaux continuent à se resserrer, et qu'elle reprend son diamètre initial bien avant que les vaisseaux se soient relâchés.

» 2° *En excitant le sympathique sur un animal qui vient d'être tué par hémorrhagie artérielle.* La pupille du côté correspondant au sympathique sectionné reste resserrée, quoique l'iris soit vide de sang; l'iris se dilate par l'excitation du sympathique tout comme avant la mort par hémorrhagie; après l'excitation, la pupille se resserre de nouveau. On peut répéter plusieurs fois la même expérience avec le même résultat, ce qui prouve bien que les modifications de la circulation sont étrangères à la dilatation de l'iris obtenue ainsi, car la petite quantité de sang qui pouvait y rester encore au début a été chassée dès la première excitation.

» 3° Quand on explore la pression intra-oculaire avec un manomètre à colonne fine, déplaçant peu de liquide et chargé avec un liquide de faible densité pour augmenter la valeur des indications, on n'observe aucune modification de la pression dans la chambre antérieure de l'œil si l'on produit la dilatation ou le resserrement de l'iris en excitant des nerfs irido-dilatateurs ou irido-constricteurs indépendants des filets vaso-moteurs.

» 4° La dissociation des effets vasculaires et des effets iridiens est enfin mise hors de doute par l'absence de changements de calibre des vaisseaux superficiels et profonds de l'œil quand on agit sur l'iris en excitant certains nerfs ciliaires indirects isolés en dehors du nerf optique. »

M. **Delage** adresse à l'Académie un Mémoire intitulé : « Coupe géologique suivant le profil en long du chemin de fer d'Avranches à Dol. »

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert.)

M. A. **Niepce** adresse, pour le Concours de Statistique, par l'entremise de M. Bouillaud, un Mémoire manuscrit intitulé : « Étude sur la constitution climatologique et médicale de Nice pendant l'année 1878. »

(Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

MM. **Delaurier** et **Wiart** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Sur une application nouvelle des roues hydrauliques sur les côtes de la mer et dans les larges cours d'eau ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

M. **Th. Mercier** adresse, pour le concours des Arts insalubres (fondation Montyon), une Note intitulée : « Sur le voile préservateur des ouvriers fabricants et rhabilleurs de meules à moulins.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

MM. **Apolis**, F. **Delorme** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. F. **Bauer** adresse une Note sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Mac Cormick**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Oppolzer**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Favre**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage intitule : « Congrès international pour l'étude des ques-

tions relatives à l'alcoolisme, tenu à Paris du 13 au 16 août 1878 »;

2° Une brochure de M. *Laur*, intitulée : « Prolongement du bassin houiller de la Loire. Sondage de la plaine du Forez »;

3° Une brochure de M. *Ed. Blanc*, portant pour titre : « Rapports sur les Courses de la Société géologique de France dans l'Estérel et à Vence ». (Présentée par M. Hébert.)

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie d'une Lettre de Buffon à Laplace, communiquée par Mme la marquise de Colbert-Chabanais :

« Montbard, 21 avril 1774.

« J'ai reçu, Monsieur, et parcouru avec grand plaisir votre savant Mémoire sur la probabilité des causes par les événements, et, sans avoir le talent, que vous avez la bonté de m'accorder, de savoir remonter aux causes par les événements, du moins par des voies aussi sûres que les vôtres, j'ai senti la beauté de votre travail et je ne puis que vous exhorter, Monsieur, à continuer vos recherches en ce genre, où il faut plus de délicatesse et d'esprit pur que dans aucune autre partie des Mathématiques. J'ai trouvé vos idées d'accord avec les miennes jusqu'à l'endroit où vous parlez du jeu de croix et pile : la différence matérielle de la pièce doit en effet influer à la longue sur le nombre des événements pour ou contre, mais ce n'est pas là la vraie cause qui fait qu'une probabilité, qui dans la spéculation est infinie, devient néanmoins finie dans la pratique, et qui, au lieu d'un équivalent infini d'écus ou de demi-écus, fait qu'on se ruinerait si l'on donnait seulement six ou sept écus ou demi-écus toutes les fois qu'on voudra jouer ce jeu. Plusieurs géomètres, et entre autres M. Fontaine, qui ont voulu résoudre ce problème, en ont tous manqué la solution, faute d'un principe métaphysique et moral qui se combine ici avec le calcul mathématique ; *ce principe est que, toutes les fois qu'une probabilité excède* $\frac{1}{1000}$, *elle est, relativement à nous, parfaitement égale à zéro*. Quelque contradictoire que cette proposition paraisse dans son énoncé, je puis néanmoins la démontrer à n'en pouvoir douter ; mais nous causerons de cette matière lorsque j'aurai le plaisir de vous revoir.

» J'ai l'honneur d'être avec beaucoup d'estime et toute considération, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur.

» Buffon.

» *A Monsieur de la Place, de l'Académie des Sciences, à l'École royale militaire, à Paris.* »

M. Arm. Moreau prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la chaire de Physiologie générale actuellement vacante au Muséum.

(Renvoi à la Section.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les caractéristiques des fonctions* Θ. Note de M. C. Jordan.

« M. Weber et M. Nöther ont publié récemment d'intéressantes recherches sur les fonctions Θ à trois et quatre variables. Leurs travaux ont pour point de départ commun l'étude de certains groupements en systèmes des caractéristiques de ces fonctions. L'objet du présent Mémoire est d'étendre ces résultats à un nombre quelconque de variables. Pour y parvenir aisément, nous avons dû généraliser la question, en considérant parallèlement à la répartition ordinaire des caractéristiques en paires et impaires, adoptée par MM. Weber et Nöther, le second mode de répartition que nous avons indiqué dans notre *Traité des substitutions*.

» 1. Riemann a donné le nom de *caractéristique* au symbole $\begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_n \\ y_1 & \dots & y_n \end{pmatrix}$, où $x_1, y_1, \dots$ sont des entiers qu'on supposera réduits au reste de leur division par 2.

» Nous nommerons *caractère* du symbole $a = \begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_n \\ y_1 & \dots & y_n \end{pmatrix}$ l'expression

$$[a] = x_1 y_1 + \dots + x_n y_n + r_1 x_1 + s_1 y_1 + \dots + r_n x_n + s_n y_n \pmod{2},$$

où $r_1, s_1, \dots$ sont des entiers constants, choisis à volonté; *type* du système G formé par les 2^{2n} symboles $\begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_n \\ y_1 & \dots & y_n \end{pmatrix}$, l'expression

$$r_1 s_1 + \dots + r_n s_n \pmod{2};$$

exposant d'échange des deux symboles $a = \begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_n \\ y_1 & \dots & y_n \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} x'_1 & \dots & x'_n \\ y'_1 & \dots & y'_n \end{pmatrix}$,

$$[a, b] = x_1 y'_1 + y_1 x'_1 + \dots + x_n y'_n + y_n x'_n \pmod{2};$$

produit de ces deux symboles, le symbole

$$ab = \begin{pmatrix} x_1 + x'_1 & \dots & x_n + x'_n \\ y_1 + y'_1 & \dots & y_n + y'_n \end{pmatrix},$$

Un système de symboles contenu dans G et jouissant de certaines pro-

priétés est dit *complet*, s'il n'est contenu dans aucun système plus étendu et jouissant des mêmes propriétés.

» 2. PROBLÈME I. — *Trouver les systèmes complets tels que l'exposant d'échange de deux quelconques de leurs symboles soit égal à* 1 (mod. 2).

» Ces systèmes contiennent $2i+1$ symboles, i étant $\overline{\gtrless} n$; ces symboles ont la forme suivante :

$$(1)\qquad \begin{cases} a_1, & a_1b_1a_2, \quad a_1b_1a_2b_2a_3, \quad \ldots, \quad a_1b_1\ldots a_{i-1}b_{i-1}a_i \\ b_1, & a_1b_1b_2, \quad a_1b_1a_2b_2b_3, \quad \ldots, \quad a_1b_1\ldots a_{i-1}b_{i-1}b_i \\ & \qquad\qquad\qquad\qquad a_1b_1\ldots a_{i-1}b_{i-1}a_ib_i, \end{cases}$$

$a_1, b_1, \ldots, a_i, b_i$ satisfaisant aux conditions suivantes :

$$(2)\qquad [a_\mu, a_\nu] \equiv [b_\mu, b_\nu] \equiv [a_\mu, b_\nu] \equiv 0, \quad [a_\mu, b_\mu] \equiv 1 \pmod{2}.$$

» 3. PROBLÈME II. — *Trouver les systèmes complets tels que la somme des exposants d'échange mutuels de trois quelconques de leurs symboles soit égale à* 1 (mod. 2).

» Les systèmes cherchés auront la forme (1), dans laquelle $i=n$, ou l'une des deux suivantes :

$$(3)\qquad \begin{cases} \begin{matrix} a_1 \\ b_1 \end{matrix}, \quad a_1b_1\begin{cases} a_2 \\ b_2 \end{cases}, \quad \ldots, \quad a_1b_1\ldots a_{i-1}b_{i-1}\begin{cases} a_i \\ b_i \\ a_ib_i \end{cases} \\ \begin{matrix} c_1 \\ d_1 \end{matrix}, \quad c_1d_1\begin{cases} c_2 \\ d_2 \end{cases}, \quad \ldots, \quad c_1d_1\ldots c_{k-1}d_{k-1}\begin{cases} c_k \\ d_k \\ c_kd_k \end{cases} \end{cases}$$

ou

$$(4)\qquad \begin{cases} \begin{matrix} a_1 \\ b_1 \end{matrix}, \quad a_1b_1\begin{cases} a_2 \\ b_2 \end{cases}, \quad \ldots, \quad a_1b_1\ldots a_{i-1}b_{i-1}a_i \\ \begin{matrix} c_1 \\ d_1 \end{matrix}, \quad c_1d_1\begin{cases} c_2 \\ d_2 \end{cases}, \quad \ldots, \quad c_1d_1\ldots c_{k-1}d_{k-1}a_i \end{cases}$$

les symboles $a_1, b_1, \ldots c_1, d_1, \ldots$ étant en nombre $\overline{\gtrless} 2n$ et tels que l'on ait $[a_\mu, b_\mu] \equiv 1$, $[c_\mu, d_\mu] \equiv 1$, les autres exposants d'échange étant nuls.

» 4. PROBLÈME III. — *Trouver les systèmes complets tels:* 1° *que l'exposant d'échange de deux quelconques de leurs symboles soit égal à* 1 (mod. 2); 2° *que ces symboles aient tous un même caractère* ϖ.

» Les systèmes cherchés seront de la forme

$$(5)\qquad \begin{cases} a_1 \\ b_1 \end{cases}, \quad a_1b_1\begin{cases} a_2 \\ b_2 \end{cases}, \quad a_1b_1a_2b_2\begin{cases} a_3 \\ b_3 \end{cases}, \quad \ldots,$$

où $a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots$ satisfont aux relations (2) ainsi qu'aux suivantes :

$$[a_\mu] \equiv [b_\mu] \equiv \sigma + \mu - 1.$$

» La série (5) se terminera par trois termes $a_1 b_1 \ldots a_{i-1} b_{i-1} \begin{cases} a_i \\ b_i \\ a_i b_i \end{cases}$, où i est un entier quelconque $< n$ et congru à σ (mod. 2).

» Elle pourra encore se terminer :

» 1° Par trois termes $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} \begin{cases} a_n \\ b_n \\ a_n b_n \end{cases}$ si l'on a simultanément $n \equiv 6$, $\rho \equiv R + (n-1)\sigma + \frac{(n-1)(n-2)}{2} \equiv 1$ (mod. 2), R désignant le type de G;

» 2° Par deux termes $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} \begin{cases} a_n \\ b_n \end{cases}$, si l'on a $n \equiv \sigma + 1$, $\rho = 0$;

» 3° Par un terme $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} a_n$, si l'on a $n \equiv \sigma$, $\rho \equiv 0$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions telles que* $F\left(\sin \frac{\pi}{2} x\right) = F(x)$. Note de M. APPELL, présentée par M. Bouquet.

« J'ai indiqué précédemment (¹) une méthode générale permettant de former des fonctions $F(x)$ qui vérifient la relation

$$F[\varphi(x)] = F(x),$$

$\varphi(x)$ désignant une fonction donnée. Je considère ici le cas particulier où la fonction $\varphi(x)$ est $\sin \frac{\pi}{2} x$, et je fais subir quelques légères modifications à la méthode générale dans le but de simplifier le calcul.

» Je désigne par $\varphi_{-1}(x)$ la fonction inverse de $\varphi(x)$, et je pose, comme dans la Note indiquée,

$$\varphi_n = \varphi \{\varphi [\ldots \varphi (x)]\},$$
$$\varphi_{-n} = \varphi_{-1}\{\varphi_{-1}[\ldots \varphi_{-1}(x)]\}.$$

Ainsi, par exemple,

$$\varphi_1 = \sin \frac{\pi}{2} x, \qquad \varphi_2 = \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{2} x\right), \qquad \ldots,$$
$$\varphi_{-1} = \frac{2}{\pi} \arcsin x, \quad \varphi_{-2} = \frac{2}{\pi} \arcsin\left(\frac{2}{\pi} \arcsin x\right), \quad \ldots;$$

(¹) *Comptes rendus*, 21 avril 1879.

je conviens, en outre, de prendre toujours celle des valeurs de la fonction arcsin qui est comprise entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$.

» Cela posé, je considère les deux fonctions définies par les séries

$$(1)\quad \psi_k(x) = (1-\varphi_1^2)^k - (1-\varphi_2^2)^k + \ldots + (-1)^{n-1}(1-\varphi_n^2)^k + \ldots,$$

$$(2)\quad \chi_k(x) = -x^{2k} + \varphi_{-1}^{2k} - \varphi_{-2}^{2k} + \ldots + (-1)^{n-1}\varphi_{-n}^{2k} \quad + \ldots,$$

où k désigne un entier positif quelconque. Ces deux séries sont convergentes pour toutes les valeurs de x comprises entre -1 et $+1$; en effet, leurs termes sont alternativement positifs et négatifs, et l'on s'assure facilement, à l'aide des relations

$$\varphi_{n+1} = \sin\frac{\pi}{2}\varphi_n, \quad \varphi_{-n-1} = \frac{2}{\pi}\arcsin\varphi_{-n},$$

que l'on a $\varphi_{n+1}^2 > \varphi_n^2$, $\varphi_{-n-1}^2 < \varphi_{-n}^2$, et que φ_n^2, φ_{-n}^2 tendent respectivement vers les limites 1 et zéro quand n augmente indéfiniment. Les deux fonctions ainsi définies possèdent les propriétés exprimées par les équations

$$(3)\quad \psi_k\left(\sin\frac{\pi}{2}x\right) = -\psi_k(x) + \left[1 - \left(\sin\frac{\pi}{2}x\right)^2\right]^k,$$

$$(4)\quad \chi_k\left(\sin\frac{\pi}{2}x\right) = -\chi_k(x) - \left(\sin\frac{\pi}{2}x\right)^{2k}.$$

Si alors on pose

$$(5)\quad \Phi_1(x) = \psi_2(x) - \psi_1(x) + \chi_2(x) - \chi_1(x),$$

il résulte des équations (3) et (4), dans lesquelles on fait successivement $k=1$, $k=2$, que l'on a

$$\Phi_1\left(\sin\frac{\pi}{2}x\right) = -\Phi_1(x).$$

» D'une manière générale, posons

$$\begin{aligned}\Phi_{k-1}(x) = \psi_k(x) - \psi_1(x) + \Big[(1-k)\chi_1(x) &+ \frac{k(k-1)}{1.2}\chi_2(x) \\ &- \frac{k(k-1)(k-2)}{1.2.3}\chi_3(x) + \ldots \\ &+ (-1)^{k-1}\frac{k}{1}\chi_{k-1}(x) + (-1)^k\chi_k(x)\Big],\end{aligned}$$

les coefficients de la quantité entre parenthèses étant, à partir du second, les coefficients du développement de $(1-u)^k$. Nous obtenons ainsi une

fonction qui, en vertu des équations (3) et (4), vérifie la relation

$$\Phi_{k-1}\left(\sin\frac{\pi}{2}x\right) = -\Phi_{k-1}(x).$$

» Si maintenant on prend le produit de deux de ces fonctions Φ, on obtient immédiatement une fonction $F(x)$ telle que

$$F\left(\sin\frac{\pi}{2}x\right) = F(x) = F\left(\frac{2}{\pi}\arcsin x\right). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions entières.* Note de M. E. PICARD.

« Il peut arriver qu'une fonction entière $G(z)$ (nous entendons par là une fonction uniforme et continue dans toute l'étendue du plan) ne puisse, pour aucune valeur finie de z, prendre une certaine valeur finie a. L'expression $e^{f(z)}$, par exemple, où $f(z)$ est entier, ne devient jamais nulle. Considérons donc une fonction entière $G(z)$, ne devenant jamais égale à a. Je me propose de montrer dans cette Note qu'il ne peut exister une seconde valeur finie b, différente de a, que ne puisse prendre $G(z)$; en d'autres termes, il ne peut y avoir plus d'une valeur qui ne soit susceptible de prendre pour une valeur finie de la variable une fonction entière. Nous allons en effet montrer qu'une fonction $G(z)$, qui ne deviendrait jamais égale ni à a ni à b, serait nécessairement une constante.

» Commençons par rappeler quelques propriétés d'une transcendante importante dans la théorie des fonctions elliptiques, qui seront utiles pour notre démonstration. Soient $4K$ et $2iK'$ les périodes de la fonction elliptique ordinaire, et désignons par ω le rapport $\frac{K'i}{K}$. On peut considérer ω comme une fonction du carré $x = k^2$ du module k, et inversement x est une fonction uniforme de ω, comme l'a montré M. Hermite, à qui l'on doit l'étude de cette transcendance remarquable. La fonction ω de x n'admet dans tout le plan que trois points critiques : ce sont les points 0, 1 et le point ∞. Dans toute région du plan à contour simple ne contenant aucun de ces trois points, la fonction est uniforme et continue. De plus, pour toute valeur de x, différente de $0, 1, \infty$, ω n'est jamais nul, et le coefficient de i dans cette fonction, mise sous la forme ordinaire des quantités imaginaires, est toujours positif.

Soit maintenant $F(z)$ une fonction entière ne pouvant prendre aucune des valeurs a ou b pour une valeur finie de z. L'expression $\frac{F(z)-a}{b-a}$ ne

deviendra jamais égale ni à zéro ni à l'unité; nous la désignerons par $G(z)$. Posons $x = G(z)$; à une valeur quelconque z_0 de z correspond une valeur x_0 de x, et quand z décrit un chemin quelconque C partant de z_0 et revenant à ce point, x décrit une courbe fermée C′ pouvant, par des déformations continues, être ramenée au point x_0 sans franchir aucun des points o et 1. Déformons en effet la courbe C, sans cesser de la faire passer par le point z_0; nous pouvons ainsi la réduire à ce point. Il est clair que, par ces déformations continues de C, nous réduirons la courbe correspondante C′ au point x_0, sans qu'elle traverse jamais aucun des points o et 1, puisque, par hypothèse, $G(z)$ ne prend jamais ces valeurs.

» Ceci posé, à la valeur x_0 de x correspondent une infinité de déterminations de la fonction ω, définie précédemment. Considérons l'une d'elles, que nous désignerons par ω_0. Lorsque x partant de x_0 revient à ce point après avoir décrit une courbe n'embrassant ni le point o ni le point 1, la fonction ω reprend la valeur ω_0. Regardons maintenant ω comme une fonction de z. Nous partons de z_0 avec la valeur $\omega = \omega_0$, et, quand z décrit un chemin quelconque C et revient en z_0, ω reprend la valeur ω_0, puisque, comme nous l'avons fait remarquer, à la courbe C correspond dans le plan des x une courbe C′ n'embrassant aucun des points o ou 1. On conclut de là aisément que, z allant du point z_0 à un point quelconque du plan, ω prend toujours en ce point la même valeur, quel que soit le chemin suivi pour y arriver. D'autre part, pour toute valeur de z, ω a une valeur finie, puisque à chaque valeur de z correspond toujours une valeur de x, différente de zéro et de l'unité. Par conséquent, nous pouvons regarder ω comme une fonction de z uniforme et continue dans toute l'étendue du plan, c'est-à-dire une fonction entière; de plus cette fonction ne devient jamais nulle, ω étant différent de zéro pour toute valeur finie de x autre que o et 1. Nous pouvons donc écrire

$$\omega = e^{P(z)},$$

$P(z)$ étant une fonction entière. Posons maintenant

$$z = \alpha + i\beta, \quad P(z) = f(\alpha, \beta) + i\varphi(\alpha, \beta),$$

les fonctions f et φ étant des fonctions réelles, bien déterminées, des deux variables réelles α et β, et continues pour tout système de valeurs de ces variables. Nous aurons alors

$$(3) \qquad \omega = e^{f(\alpha,\beta)}\{\cos[\varphi(\alpha,\beta)] + i\sin[\varphi(\alpha,\beta)]\}.$$

Mais nous avons vu que le coefficient de i dans ω doit être positif; donc $\sin[\varphi(\alpha, \beta)]$ doit être positif pour toutes valeurs de α et de β, et, par suite,

$\varphi(\alpha, \beta)$ doit rester compris entre $2k\pi$ et $(2k+1)\pi$, k étant un entier. Or cela est impossible; c'est ce qui résultera du théorème suivant :

» *Une fonction φ de α et β bien déterminée et continue, ainsi que ses dérivées partielles pour tout système de valeurs de α et β, et satisfaisant à l'équation*

$$\text{(I)} \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial\beta^2} = 0,$$

ne peut rester comprise entre deux limites fixes, à moins qu'elle ne se réduise à une constante.

» On sait, en effet, qu'il n'existe qu'une seule intégrale de l'équation (I) restant finie et continue, ainsi que ses dérivées, à l'intérieur d'un contour C et prenant des valeurs données en tous les points de ce contour. Dans le cas où le contour C se réduit à un cercle, la valeur de cette intégrale en un point A du cercle est donnée par la formule connue

$$2\pi\varphi = \int_C \varphi . \left(\frac{dlr}{dn} - \frac{dlr_1}{dr}\right) d\sigma;$$

l'intégrale est prise le long du cercle sur lequel est donnée la valeur de la fonction φ; r désigne la distance du point A à un point variable de la circonférence et r_1 la distance à ce même point du point A_1 conjugué de A par rapport au cercle; $d\sigma$ est l'élément d'arc de la circonférence, et enfin $\frac{dlr}{dn}$ et $\frac{dlr_1}{dn}$ désignent les dérivées de $\log r$ et $\log r_1$ prises dans le sens de la normale au cercle. En effectuant le calcul indiqué par cette formule, on reconnaît que l'on peut écrire

$$2\pi\varphi = \int_0 \varphi . \left(1 + \frac{M}{R}\right) d\theta,$$

où R désigne le rayon du cercle et M une fonction de R, de l'angle θ et des coordonnées du point A, qui reste finie quand R augmente indéfiniment. Pour un autre point A' à l'intérieur du cercle R, on aura

$$2\pi\varphi' = \int_0^{2\pi} \varphi . \left(1 + \frac{M'}{R}\right) d\theta,$$

et, par suite,

$$2\pi(\varphi' - \varphi) = \frac{1}{R}\int^{2\pi} \varphi . (M' - M) d\theta.$$

» Le premier membre de cette formule est une quantité indépendante de R. On reconnaît de suite que le second membre est aussi petit que l'on veut, si R est suffisamment grand, puisque φ reste toujours compris entre deux limites déterminées; il est donc rigoureusement nul; donc $\varphi = \varphi'$, c'est-à-dire que la fonction $\varphi(\alpha, \beta)$ est une constante.

» $\varphi(\alpha, \beta)$ étant constant, il doit en être nécessairement de même de $f(\alpha, \beta)$. $P(z)$ et par suite ω seraient alors invariables; mais ω est une véritable fonction de x, et, si elle reste constante, c'est que x reste constant. On voit alors que $G(z)$ ne peut être qu'une constante. Nous avons donc établi, comme nous l'avions annoncé, qu'une fonction entière, qui ne devient jamais égale ni à a ni à b, est nécessairement une constante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions introduites par Lamé dans la théorie analytique de la chaleur, à l'occasion des ellipsoïdes de révolution.* Note de M. **Escary**.

« Si dans les deux membres de l'identité

$$\frac{1}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{A + iB\cos\theta + iC\sin\theta}$$

on fait successivement les deux substitutions, à savoir :

$$(\mathrm{I}) \quad \left\{ \begin{aligned} A &= \operatorname{tangh}\beta - ti\operatorname{tang}\gamma, \\ B &= \sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\beta}\cos\varpi - t\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\gamma}\cos\varpi', \\ C &= \sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\beta}\sin\varpi - t\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\gamma}\sin\varpi', \end{aligned} \right.$$

$$(\mathrm{II}) \quad \left\{ \begin{aligned} A &= \operatorname{tangh}\alpha - t\coth\gamma, \\ B &= \sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\alpha}\cos\varpi - t\sqrt{1-\coth^2\gamma}\cos\varpi', \\ C &= \sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\alpha}\sin\varpi - t\sqrt{1-\coth^2\gamma}\sin\varpi', \end{aligned} \right.$$

on obtient les développements suivants :

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} &\left\{1 - 2t\left[\operatorname{tangh}\beta\, i\operatorname{tang}\gamma + \sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\beta}\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\gamma}\cos(\varpi-\varpi')\right] + t^2\right\}^{-\frac{1}{2}} \\ &\quad = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{i^n}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\left[\operatorname{tang}\gamma + \sqrt{1+\operatorname{tang}^2\gamma}\cos(\varpi'-\theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tangh}\beta + i\sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\beta}\cos(\varpi-\theta)\right]^{n+1}}\, t^n, \end{aligned} \right.$$

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} &\left\{1 - 2t\left[\operatorname{tangh}\alpha\coth\gamma + i\sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\alpha}\sqrt{1-\coth^2\gamma}\cos(\varpi-\varpi')\right] + t^2\right\}^{-\frac{1}{2}} \\ &\quad = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\left[\coth\gamma + i\sqrt{1-\coth^2\gamma}\cos(\varpi'-\theta)\right]^n d\theta}{\left[\operatorname{tangh}\alpha + i\sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\alpha}\cos(\varpi-\theta)\right]^{n+1}}\, t^n. \end{aligned} \right.$$

» Nous allons montrer que les intégrales définies contenues dans les seconds membres de ces identités sont les fonctions isothermes renfermant

$2n+1$ constantes arbitraires, analogues aux fonctions Y_n de Laplace, et que Lamé a introduites dans l'Analyse à l'occasion de l'intégration des équations de la *Théorie analytique de la chaleur*, dans les cas des ellipsoïdes de révolution. D'abord, l'analogie des résultats précédents avec celui obtenu par Jacobi dans son Mémoire sur les fonctions Y_n montre qu'une analyse identique à celle dont l'éminent géomètre allemand a fait usage, et qu'il est inutile de reproduire ici, doit nécessairement conduire à des conséquences toutes semblables. C'est effectivement ce qui a lieu, car, en désignant par U_n l'intégrale définie contenue dans le second membre de l'identité (1) et en posant

$$\operatorname{tangh}\beta = \eta, \quad i\sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\beta}\, e^{i(\varpi-\theta)} = z,$$
$$\operatorname{tang}\gamma = \zeta, \quad \sqrt{1+\operatorname{tang}^2\gamma}\, e^{i(\varpi'-\theta)} = z,$$

on trouve immédiatement

$$(3)\quad \begin{cases} U_n = M^{(n)}_{-\frac{1}{2}} R^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2\sum\limits_{l=1}^{l=n} \dfrac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}(1-\eta^2)^{\frac{l}{2}}(1+\zeta^2)^{\frac{l}{2}} \\ \qquad \times M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} \cos l(\varpi-\varpi'). \end{cases}$$

» Dans le second membre de cette égalité, $M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ est le coefficient de t^{n-l} dans le développement de $(1-2\eta t+t^2)^{-\frac{2l+1}{2}}$ ordonné suivant les puissances ascendantes de t, et $R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ est, à une puissance près de l'imaginaire i, le coefficient correspondant dans le développement de $(1-2i\zeta t+t^2)^{-\frac{2l+1}{2}}$, ordonné de la même manière. On connaît donc les valeurs de ces deux fonctions sous forme d'expressions différentielles, ainsi que leurs propriétés analytiques.

» Si, dans le développement (2), on pose de même

$$\coth\gamma = \zeta, \quad i\sqrt{1-\coth^2\gamma}\, e^{i(\varpi'-\theta)} = z,$$
$$\operatorname{tangh}\alpha = \xi, \quad i\sqrt{1-\operatorname{tangh}^2\alpha}\, e^{i(\varpi-\theta)} = z,$$

on trouve encore

$$(4)\quad \begin{cases} V_n = N^{(n)}_{-\frac{1}{2}} R^{(n)}_{-\frac{1}{2}} + 2\sum\limits_{l=1}^{l=n} \dfrac{(1.3.5\ldots 2l-1)^2}{n+l.n+l-1\ldots n-l+1}(1-\xi^2)^{\frac{l}{2}}(1-\zeta^2)^{\frac{l}{2}} \\ \qquad \times N^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}} \cos l(\varpi-\varpi'). \end{cases}$$

» Les polynômes $N^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$, $R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ ont la même forme que celui $M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ dont nous venons de parler : leur génération et leurs propriétés analytiques sont identiquement les mêmes.

Maintenant, on trouve sur-le-champ que les facteurs $(1-\eta^2)^{\frac{l}{2}} M^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ et $(1+\zeta^2)^{\frac{l}{2}} R^{(n-l)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ du développement (3) satisfont respectivement aux équations différentielles linéaires et du second ordre

$$(5)\qquad (\eta^2-1)^2 y'' + 2\eta(\eta^2-1)y' - [n(n+1)(\eta^2-1)+l^2]y = 0,$$

$$(6)\qquad (\zeta^2+1)y'' + 2\zeta(\zeta^2+1)y' - [n(n+1(\zeta^2+1)-l^2]y = 0,$$

et que les deux facteurs généraux du développement (4), analogues aux précédents, vérifient également l'équation (5). Or, ces équations différentielles sont précisément celles qu'a obtenues Lamé dans l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du second ordre de la *Théorie analytique de la chaleur* dans les cas de corps solides homogènes limités par des ellipsoïdes de révolution, en prenant pour variables indépendantes les rapports, à l'excentricité, des paramètres géométriques demi-axes polaires des surfaces conjuguées. Ces coïncidences constatent donc l'identité des fonctions dont nous venons de donner la génération, et de celles que notre illustre compatriote avait en vue, et qu'il a exprimées par des sommes de produits de polynômes entiers. Ces résultats étaient d'ailleurs prévus dès 1846, par M. Liouville. »

THERMOCHIMIE. — *Étude préliminaire de l'action des acides sur les sels, sans l'intervention d'un dissolvant.* Note de M. **Lorin**.

« 1. La substitution de l'acide formique aux acides de quelques éthers des alcools polyatomiques (*Société chimique*, 1873, *Oxalines*), et le dégagement de chaleur produit par l'addition des acides formique et acétique aux formiates et acétates alcalins (*Comptes rendus*, 1876, *Nouvelles sources d'oxyde de carbone*) ont été les points de départ de cette étude sur les réactions des acides et des sels, sans l'intervention de l'eau comme dissolvant, étude que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Dans ces recherches, non limitées à la série grasse, et étendues à quelques termes de fonction chimique différente, on a pu produire les réactions et en comparer les résultats par un procédé calorimétrique tres-

simple, révélant l'énergie des phénomènes. Un creuset en biscuit, engagé dans un large bouchon, et un thermomètre à mercure de petit réservoir, servant à la fois d'agitateur et d'indicateur, tel a été le *chercheur thermique* employé. On a complété les expériences en laissant les produits au repos, sous une cloche, jusqu'au lendemain.

» Il semble que les expériences doivent être faciles avec ce mode d'investigation, mais la pratique a prouvé le contraire. Malgré la difficulté d'opérer dans des conditions absolument comparables, on n'a eu à constater que de faibles écarts pour les différences de température. On peut avoir d'ailleurs une identité de conditions pour une série d'expériences, comme celles qui embrassent les acides et un même sel, ou les sels d'une même base et le même acide. La constance des résultats, que des points de repère ont assurée, a permis de poursuivre ces recherches sous la forme indiquée.

» 2. On a employé les acides *absolus*, sulfurique, formique,..., valérianique, oxalique, et les mêmes à quatre équivalents d'eau, l'acide valérianique en moins, l'acide lactique en plus, puis les acides tartrique, borique, etc., l'eau, et des sels de ces mêmes acides, en proportions équivalentes, et de $\frac{1}{20}$ d'équivalent. Des proportions doubles n'ont presque pas modifié les résultats. Le temps des réactions a été très-variable, la température stationnaire n'étant obtenue, dans beaucoup de cas, qu'après une demi-heure d'agitation. Les résultats sont loin d'être les maxima qu'on aurait en faisant varier le poids de l'un des corps réagissants. Les deux exemples suivants, entre autres, mettent ce fait en évidence :

Acide formique $2^{gr},2$ et acétate de zinc sec.

1,2...	$d = 9$	6,0...	$d = 36$
2,4...	$d = 17$	6,9...	$d = 33$
3,7...	$d = 27$	9,2...	$d = 31$
4,6...	$d = 33$		

Acide sulfurique aqueux $4^{gr},25$ et formiate de soude.

2,2...	$d = 18,5$	5,6...	$d = 36$
4,3...	$d = 23$	6 ...	$d = 38$
4,7...	$d = 30$	8,6...	$d = 35$
5,2...	$d = 33$	13 ...	$d = 29$

» 3. Tantôt le dégagement de chaleur et le maximum d'effet sont instantanés : acide sulfurique et phosphate d'ammoniaque, $d = 77$; acétate de zinc et acide formique aqueux, $d = 55$; acides formiques et tartrate neutre de potasse, $d = 35$, $d = 27$, etc. Tantôt les phénomènes sont successifs et l'effet thermique est encore notable, la température s'abaisse, revient au point de départ qu'elle dépasse : acétate de soude sec et acide sulfurique aqueux, $d = 59$, etc. Il s'est présenté des cas assez nombreux de réactions extrêmement lentes et dont on aurait pu nier l'existence au début ; le mélange semble rester stationnaire, malgré une agitation prolongée,

vingt minutes et même plus, puis un excès de température s'accuse et atteint de suite son maximum : tartrate neutre d'ammoniaque et acide butyrique, $d = 4$, etc. Dans tous les cas *le sens des résultats indique, en général, une action chimique plus ou moins marquée, plus ou moins évidente, et qui, pour les acides gras, décroît de l'acide formique à chacun de ses homologues successifs.*

» 4. On ne s'en est pas tenu à l'intensité du dégagement de chaleur comme caractéristique ; on a pu, en effet, vérifier bien des fois que l'action du temps est un facteur prépondérant, et constater d'un jour à l'autre l'existence de produits extrêmement durs, et il est digne de remarque que cette dureté ne s'est pas toujours trouvée correspondante à l'intensité de la chaleur dégagée. On a eu des produits liquides avec l'acétate de zinc sec et l'acide formique aqueux, $d = 55$; avec les acétates de strontiane sec et de baryte, et les acides formiques $d = 19, 17, 35, 28$; ce dernier sel, avec les autres acides gras, absolus ou aqueux, donnant des produits solides. Avec le valérianate de zinc et l'acide formique, $d = 17$ et produit liquide; avec l'acide acétique, $d = 2$ et produit solide. Les acéto-butyrates, valérianates, lactates et les lacto-butyrates, valérianates à base de zinc et surtout de chaux, paraissent avoir une grande tendance à se former. Lentes ou rapides, ces réactions donnent un effet thermique notable où des produits durs semblent porter à admettre l'existence de sels di-acides, les proportions de ces acides étant variables et dépendant des conditions expérimentales.

» 5. Les sels, déshydratés ou non, rentrent dans la loi générale d'activité à la combinaison. Certains d'entre eux dégagent plus de chaleur avec l'eau qu'avec les acides organiques, absolus ou aqueux. Les sulfates secs de soude, de zinc, de cuivre, ont donné avec l'eau $d = 20, 25, 32$, et avec l'acide sulfurique $d = 30, 10, 15$. L'acétate de soude et le formiate de lithium ordinaires donnent, avec l'acide formique absolu, le plus grand abaissement de température.

» 6. Des expériences qui précèdent et dont on aurait pu multiplier considérablement les exemples, on peut conclure que, si la puissance à la combinaison d'un acide et d'un sel est établie, l'indice de cette activité étant révélé dans les réactions spontanées par une grande chaleur dégagée, l'activité de l'acide libre réagissant, combiné tout à l'heure à la base, est bien moindre sur le sel formé maintenant de la même base et du premier acide libre ($A + A'B$ et $A' + AB$). Il peut se révéler, dans ce genre d'expériences, une sorte de *neutralité thermique,* le dégagement de chaleur

étant le même ou à peu près dans les deux systèmes. Ces expériences *réciproques* peuvent permettre de prévoir les résultats des réactions dans un grand nombre de cas. Ainsi les acides formiques donnent un dégagement de chaleur très-notable avec les acétates de zinc, hydraté $d = 35$, $d = 20$, et sec $d = 43$, $d = 55$. Il arrive que les formiates de zinc donnent peu de chaleur avec les acides acétiques : formiate ordinaire $d = 4$, $d = 3$, hydraté $d = 3,5$, $d = 14,5$. L'acide formique donne avec les acétates de potasse $d = 53$, de soude $d = 51$, de zinc sec $d = 43$, de baryte $d = 35$, de plomb sec et neutre $d = 37$, de cadmium sec $d = 32$, d'ammoniaque $d = 10$; mais l'acide acétique donne avec les formiates de potasse $d = 16$, de soude $d = 21$, de baryte $d = 5$, de zinc sec $d = 3,5$, de plomb $d = 0$, de cadmium $d = 4,5$ et d'ammoniaque $d = -7$, etc.

» 7. *Applications.* — 1° L'acide acétique cristallisable peut s'obtenir avec l'acétate de baryte et l'acide sulfurique; 2° l'acide formique s'obtient, *très-concentré*, avec l'acide sulfurique et le formiate d'ammoniaque. Sur ce sel cristallisé et sec, fondu avec précaution, on fait tomber l'acide goutte à goutte, en agitant la cornue pour opérer le mélange. Tout l'acide introduit, on chauffe avec précaution et à feu nu le sel résultant qui est à l'état solide. Une distillation fractionnée de l'acide formique, recueilli en proportion presque théorique et ne contenant que des traces d'acide sulfurique, élève le titre de 90 à 96 et permet d'obtenir l'acide cristallisable par un abaissement de température. Il m'a paru intéressant de citer ce moyen d'obtenir de l'acide formique très-concentré, quoique ce moyen soit aujourd'hui sans utilité pratique. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur la présence du mercure dans les eaux minérales de Saint-Nectaire.* Note de M. **Ed. Willm**, présentée par M. Wurtz.

« Dans le courant de 1877, M. le Dr Garrigou a annoncé avoir retiré du mercure de l'eau de la source du Rocher, à Saint-Nectaire-le-Haut (Puy-de-Dôme), en faisant usage, en général, d'une lame de cuivre. Ce résultat a été soumis à l'Académie de Médecine, et, en avril 1878, M. J. Lefort présentait à ce sujet un rapport contraire aux conclusions de M. Garrigou. Chargé de l'analyse des eaux de Saint-Nectaire, j'ai, de mon côté, entrepris quelques expériences relatives à ce fait. Pas plus que la Commission de l'Académie de Médecine, je n'ai pu répéter avec succès les expériences de M. Garrigou. Néanmoins, en ayant recours à la pile de Smithson, je suis parvenu à obtenir les indices de la présence du mercure.

» Dans un flacon de 9 litres environ rempli de l'eau de la source du Rocher, qui a été neutralisée par un léger excès d'acide chlorhydrique, j'ai suspendu une lame d'or entourée d'une lame d'étain. Après quinze jours, je l'ai retirée. Elle était recouverte d'un léger dépôt blanchâtre. Après l'avoir lavée à l'acide chlorhydrique et à l'eau, puis séchée sur la chaux, je l'ai introduite dans un tube que j'ai ensuite étiré à la lampe et chauffé. La lame d'or s'est en partie décapée, la partie étranglée et froide du tube s'est tapissée d'un faible sublimé blanc. Pour caractériser celui-ci, j'ai séparé à la lampe la partie du tube contenant le dépôt et j'y ai introduit un petit fragment d'iode. L'enduit blanc est devenu jaune, puis rouge, et par volatilisation il a pu être réuni sous la forme d'un faible anneau cristallin, qui ne me semble pouvoir être autre chose que de l'iodure mercurique et que j'ai pu faire voir à plusieurs personnes. L'eau soumise à l'expérience avait été puisée dans le flacon même, sous mes yeux, en mars 1878.

» L'eau de la source du Mont-Cornedore, voisine de celle du Rocher, ne m'a pas fourni le même résultat, et je dois ajouter que je n'ai pas été plus heureux avec un échantillon de l'eau du Rocher que m'avait soumis M. Lefort et qui l'avait conduit de même à un résultat négatif. Enfin le dépôt abandonné par l'eau du Rocher ne m'a fourni aucun indice de mercure, soit par voie humide avec la pile de Smithson, soit par l'action de la chaleur. Pour cette dernière expérience, j'ai chauffé le dépôt dans un tube de verre peu fusible en mettant une lame d'or sur le trajet des vapeurs.

» Je ne crois pas possible de tirer actuellement une conclusion sérieuse de ces expériences contradictoires. Dans tous les cas, en supposant que le mercure soit réellement un élément *constant* de l'eau du Rocher, la quantité qui est accusée par ma seule expérience positive est bien loin de pouvoir être comparée à celle qui résulterait des expériences de M. Garrigou (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les changements de volume de la rate.* Note de M. P. Picard (²), présentée par M. Milne Edwards.

« Les filets nerveux qui se distribuent à la rate sont connus quant à plusieurs de leurs propriétés physiologiques. On sait que cet organe reçoit des

(¹) Ces recherches ont été faites, en 1878, dans le laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine.

(²) Cette Note, que je croyais destinée à être communiquée au Congrès des Sociétés savantes, m'a été adressée par M. Picard il y a plusieurs semaines et elle est restée entre mes mains par suite d'une erreur que je regrette. (Note de M. *Milne Edwards.*)

nerfs moteurs, puisque les nerfs spléniques coupés et excités du côté périphérique amènent sa contraction; on sait aussi qu'il reçoit des nerfs sensitifs, puisque l'excitation des bouts centraux des mêmes nerfs produit de la douleur. On connaît encore, au moins partiellement, la voie suivie par les filets moteurs, puisque l'excitation des bouts périphériques des nerfs splanchniques détermine le même effet que celle des bouts périphériques des nerfs spléniques eux-mêmes.

» Mais si ces faits sont bien établis, il n'en est pas moins vrai qu'ils sont impuissants à nous permettre de comprendre les changements de volume qui se produisent dans l'état physiologique du côté de la rate. Ils ne nous indiquent nullement le processus qui amène la dilatation et sont également impuissants à nous faire connaître comment se produit la contraction.

» J'ai beaucoup cherché à élucider ces points importants, et si je ne suis pas parvenu à un résultat quant au mécanisme nerveux qui détermine leur dilatation, je suis du moins parvenu à déterminer la contraction par *voie réflexe,* comme le montrera l'expérience suivante :

» Chez un chien en digestion, on fait une plaie à l'hypocondre gauche, et l'on tire la rate au dehors. On attend quelque temps que les phénomènes d'excitation par l'air et le froid aient disparu, et que l'organe se montre en paralysie au moins partielle (on reconnaît cet état a plusieurs caractères : la surface est lisse, la coloration est plus ou moins violacée, bleuâtre et la consistance molle). A ce moment on met à nu le nerf pneumogastrique gauche, on le sectionne et l'on excite son bout central avec le courant induit d'un appareil à chariot. Sous l'influence de cette action centripète, on observe du côté de la rate des phénomènes identiques à ceux que produirait l'excitation des bouts périphériques des nerfs spléniques : le volume général de l'organe diminue par amoindrissement de sa longueur, de sa largeur et de son épaisseur. Sa couleur devient rouge *pâle,* sa consistance devient plus ferme, et sa surface inégale, comme raboteuse : en un mot, on a par cette action déterminé la contraction de la rate.

» Ce résultat nettement constaté, on laisse les choses revenir à leur état premier, puis on coupe le nerf pneumogastrique droit et l'on agit sur son bout central que l'on excite avec le courant induit. Cette action produit exactement les mêmes phénomènes qu'on avait observés en agissant sur le nerf gauche et détermine également la contraction.

» De cette expérience et des faits que j'ai rappelés plus haut, on peut conclure que la contraction de la rate dans la vie régulière résulte d'une action sensitive qui parvient aux centres en suivant les troncs des deux

nerfs pneumogastriques, tandis que l'action centrifuge qui lui fait suite passe par la moelle et les nerfs splanchniques.

» Si l'on réalise aisément, par l'expérience, la contraction de la rate, soit directe, soit réflexe, il n'est, au contraire, pas possible d'obtenir l'effet inverse, la dilatation : je n'ai pu l'obtenir ni par une excitation nerveuse centripète ni par une excitation centrifuge, malgré les nombreuses tentatives que j'ai faites.

» En présence de ces résultats négatifs, je suis porté à penser que cet état pourrait bien résulter simplement des modifications que subit la circulation porte dans la vie régulière. Quand la circulation porte est très-active et que d'ailleurs aucune action constrictive n'agit sur la rate, cet organe se dilate peu à peu, absolument comme il le fait quand on gêne même faiblement le cours du sang dans la veine splénique. En d'autres termes, la dilatation de la rate résulterait des actions nerveuses dilatatrices exercées sur les organes digestifs, tandis que sa contraction résulterait d'une action nerveuse spéciale bien déterminée. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les altérations du sang dans l'urémie*. Note de MM. **Morat** et **Ortille**, présentée par M. Vulpian.

« Nous nous sommes proposé dans ce travail : 1° de déterminer la composition gazeuse du sang dans l'état urémique; 2° de rechercher si le sang dans cet état contient du carbonate d'ammoniaque.

» Le sang, chez les urémiques, a-t-il la composition et les propriétés du sang asphyxique? Ne pourrait-on pas expliquer par cette altération du sang les accès de dyspnée intense qui parfois surviennent chez les urémiques en dehors de toute lésion appréciable du cœur, du poumon ou de l'encéphale?

» Cette recherche ne peut se faire que chez les animaux d'une façon exacte. Pour nous rapprocher le plus possible des conditions présentées par les malades urémiques, nous avons tantôt pratiqué la double néphrotomie, tantôt de préférence nous avons lié les deux uretères. A la suite de cette dernière opération, les animaux (chiens) ont présenté constamment un abaissement notable de la température (3 à 4 degrés), de la diarrhée, des vomissements, et, aux approches de la mort, qui survenait en moyenne vers le troisième jour, de la somnolence et de la torpeur : tous symptômes qu'on rencontre habituellement chez les urémiques.

Enfin, dans un cas, nous avons noté une modification du rhythme respiratoire assez analogue à la respiration de Cheyne-Stokes.

» Chez ces animaux, nous avons recherché : 1° quel est le pouvoir respiratoire du sang comparé à ce qu'il est à l'état normal; 2° quelle est, depuis le moment de l'opération jusqu'à la mort, la proportion d'oxygène et d'acide carbonique que contient le sang artériel.

» Le pouvoir respiratoire du sang, jusqu'au moment où l'animal succombe, ne change pas notablement. La quantité d'oxygène absorbable par 100 centimètres cubes de sang défibriné, chez nos animaux néphrotomisés ou ayant les uretères liés, n'a jamais été inférieure à 18 centimètres cubes; parfois elle s'est montrée supérieure à 21; normalement, elle oscille autour de 20. La richesse en oxygène et en acide carbonique du sang artériel extrait des vaisseaux ne diffère pas non plus notablement de ce qu'elle est à l'état normal. L'oxygène augmente quelquefois légèrement aux approches de la mort. Ainsi, chez un de nos sujets, la proportion de ce gaz était 18,4 pour 100 avant l'opération et 21,6 pour 100 trois jours après, quand il était près de mourir.

» Que devient, chez un animal ainsi rendu urémique, le pouvoir respiratoire de ses tissus? Au moyen du procédé employé par M. P. Bert, nous avons déterminé comparativement quelles sont les quantités d'oxygène et d'acide carbonique absorbées et exhalées dans le même temps par un même poids de muscle ou de glande pris à un animal sain et à un animal rendu urémique. La capacité respiratoire des tissus de ce dernier est notablement abaissée. Ce fait est peut-être en rapport avec l'augmentation de la quantité d'oxygène contenue dans le sang vers la fin de la vie. La conclusion rigoureuse de ces expériences, c'est que la rétention des produits de désassimilation normalement excrétés par l'urine ne rend point le sang asphyxique; ce défaut d'élimination abaisse, au contraire, la capacité respiratoire des tissus. Par analogie, nous pouvons conclure, en faisant toutefois certaines réserves, qu'il en est de même chez les malades urémiques.

» On a beaucoup discuté sur la présence du carbonate d'ammoniaque dans le sang des urémiques, ainsi que sur le mécanisme de sa production. Chez tous nos animaux, nous avons constaté, dès le second jour, la présence du carbonate d'ammoniaque dans l'estomac et l'intestin. Il nous est arrivé aussi de la constater dans le sang, mais assez rarement et seulement lorsque l'animal était près de succomber. Il résulte de cette observation : 1° que le carbonate d'ammoniaque peut exister dans le sang des urémiques, ce qui avait été nié, mais qu'il n'existe pas non plus constam-

ment; il faut, pour qu'on le trouve, que la mort ne soit pas survenue trop vite : aussi ne le rencontre-t-on jamais dans le sang des animaux néphrotomisés, la mort survenant chez eux dans les vingt-quatre ou les quarante-huit heures ; 2° que son existence dans le sang est postérieure à sa présence dans le tube digestif, d'où nous devons conclure qu'il s'est formé dans l'intestin et non directement dans le sang, et qu'il a été ensuite réabsorbé. Cette modification à la théorie de Frerichs avait déjà été proposée, mais sans preuves directes ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le mode de combinaison du fer dans l'hémoglobine.* Note de M. L. **Jolly**, présentée par M. Ch. Robin.

« La possibilité d'obtenir quelques cristaux microscopiques éphémères par l'action combinée de l'éther et du froid, l'existence constante de deux raies fournies par le spectroscope, tels sont les caractères qui ont contribué à faire admettre l'hémoglobine comme une espèce chimique définie, représentant la matière colorante du sang dans toute la série zoologique.

» L'hémoglobine a été analysée par MM. Schmidt, Lehman, Hoppe-Seyler, etc.; les résultats obtenus par ces savants diffèrent notablement les uns des autres, quoiqu'ils affirment n'avoir opéré que sur des produits purs et cristallisés. D'après ces analyses, le fer se trouverait dans l'hémoglobine à l'état de métal intégré dans le corps organique.

» Or, comme l'hémoglobine entre, dit-on, pour $\frac{90}{100}$ dans la composition des globules hématiques, on est donc porté à conclure que c'est sous forme de métal que le fer existe dans le globule : conclusion en complet désaccord avec nos résultats ([2]).

» Cependant l'hémoglobine fournie par le sang d'oie a donné à l'analyse une quantité d'acide phosphorique qui est supérieure à celle du fer trouvé. Si en même temps on tient compte de l'aveu des mêmes savants de n'avoir jamais pu obtenir plus que quelques centigrammes d'hémoglobine cristallisée, on peut se demander si l'acide phosphorique contenu dans l'hémoglobine du sang d'oie n'existerait pas également dans les autres hémoglobines analysées et si sa présence n'aurait pas échappé aux réactifs parce que l'on a opéré sur une trop faible quantité de produit; c'est ce point que nous avons voulu élucider.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lille.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 756.

» Nous avons emprunté à M. Hoppe-Seyler un procédé qui donne de l'hémoglobine à peu près pure, dit-il, mais amorphe. Ce procédé consiste à éliminer du sang les matières étrangères par l'acétate de plomb, et à précipiter l'hémoglobine par le carbonate de potasse en poudre. En lavant le précipité avec une solution saturée de carbonate de potasse, on le débarrasse du sérum et des sels dissous qu'il renferme. L'hémoglobine obtenue par ce procédé retient une quantité importante de carbonate de potasse; elle est insoluble dans une solution saturée de ce sel, mais elle se dissout très-bien dans l'eau pure. Le précipité d'hémoglobine est redissous dans l'eau distillée, et l'on sature tout le carbonate de potasse qu'elle a retenu par de l'acide acétique ordinaire. Le liquide étant alors porté à l'ébullition, l'hémoglobine s'altère et se coagule; on peut alors la débarrasser de tout le sel alcalin par filtration et lavage.

» Le produit obtenu n'est évidemment plus de l'hémoglobine, mais, en tout cas, il ne peut renfermer d'autres principes que ceux qui y existaient. Ce produit, séché, carbonisé et analysé, d'après la méthode que nous avons indiquée dans nos recherches antérieures, nous a donné les résultats suivants pour 100 grammes d'hémoglobine de sang de bœuf desséchée :

Phosphates alcalins	0,043
» de chaux	0,018
» de magnésie	»
» de fer	0,781
Oxyde de fer non phosphaté	»

» M. Béchamp a donné dans les *Comptes rendus* (t. LXXVIII, p. 850) un procédé pour obtenir à l'état de pureté la matière colorante rouge du sang. 100 grammes de cette matière colorante, préparée d'après le procédé indiqué, nous ont donné à l'analyse les résultats suivants :

Phosphates alcalins	0,188
» de chaux	traces
» de magnésie	»
» de fer	0,308
Oxyde de fer non phosphaté	0,377

» Les quantités notables de phosphates alcalins d'une part et d'oxyde de fer non phosphaté d'autre part, trouvées à l'analyse, n'ont rien qui doive surprendre, car cette matière colorante renferme du carbonate d'ammoniaque en excès, et nous avons déjà démontré que, sous l'influence

de la chaleur, les alcalis déplacent l'oxyde de fer de sa combinaison phosphorique (1).

» En résumé, ces analyses confirment bien notre conclusion antérieure, à savoir que le fer se trouve dans le globule sanguin à l'état de phosphate et seulement sous cette forme. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'éosine hématoxylique et sur son emploi en histologie.* Note de M. J. RENAUT, présentée par M. Bouley.

« On sait que l'éosine soluble dans l'eau colore le protoplasma des éléments cellulaires sans posséder, dans tous les cas, une action élective sur leurs noyaux. Lorsdonc que l'on veut marquer sûrement ceux-ci dans une préparation colorée à l'éosine, on est forcé de recourir à la méthode de double coloration par l'hématoxyline et l'éosine proposée en 1876 par M. Wissotsky (de Kazan).

» Dans un grand nombre de cas, cette méthode est impraticable. Elle exige des lavages successifs qui, s'il s'agit d'une préparation délicate (d'une dissociation par exemple), ne peuvent être effectués sans altérer sensiblement l'objet même que l'on veut colorer. De plus, les solutions alcooliques ou aqueuses de l'éosine précipitent celle d'hématoxyline préparée selon la formule classique de Bœhmer. Il en résulte une foule de grains ou de dépôts en nappes qui salissent non-seulement la préparation, mais souvent en rendent l'interprétation laborieuse ou impossible.

» J'ai remarqué que l'éosine en solution dans l'eau ou dans l'alcool ne précipite plus l'hématoxyline du liquide de Bœhmer, lorsque l'on effectue le mélange en présence de la glycérine neutre. Partant de ce fait, je mêle dans un verre à pied une partie en volumes de glycérine neutre et une partie de solution saturée d'éosine dans l'alcool ou dans l'eau (suivant qu'il s'agit d'éosine pure ou d'éosine à la potasse). J'ajoute ensuite goutte à goutte l'hématoxyline préparée suivant la formule de Bœhmer, jusqu'à ce que la fluorescence verte du mélange reste à peine sensible. La liqueur filtrée donne une solution violette, que j'appelle l'*éosine hématoxylique*.

» Ce réactif peut être employé à la façon exacte du picrocarminate d'ammoniaque, sans donner ni précipité ni grains à la surface des préparations. On monte ces dernières dans la glycérine salée à 1 pour 100 ou dans

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1579.

le baume de Canada. Dans ce dernier cas, on déshydrate avec de l'alcool chargé d'éosine et l'on éclaircit avec de l'essence de girofle chargée aussi d'éosine, afin de maintenir la coloration rose des éléments anatomiques pour lesquels l'éosine possède une action élective.

» Les préparations faites après l'action de l'acide osmique ou des solutions chromiques ne peuvent se colorer aisément avec le picrocarminate d'ammoniaque; elles se colorent, au contraire, par l'hématoxyline éosinée en montrant des élections très-régulières. Les noyaux sont teints en violet, le tissu connectif en gris perle, les fibres élastiques et les globules sanguins en rouge foncé, le protoplasma des cellules et les cylindres d'axe des tubes nerveux en rose clair très-intense, etc.

» Les cellules des glandes salivaires ou gastriques des animaux, fixées dans leur forme par l'acide osmique ou les bichromates alcalins, montrent surtout des colorations électives intéressantes que je prendrai pour type de l'action du réactif que je décris. Les glandes salivaires de l'*Helix Pomatia,* par exemple, sont formées par des cellules rondes, à peu près toutes semblables, disposées en lobules groupés autour des canaux excréteurs. Après l'action de l'acide osmique ou du liquide de Müller, ces cellules ne présentent entre elles aucune différence; toutes sont formées d'un protoplasma granuleux renfermant un noyau. Une coupe de la glande colorée avec l'hématoxyline éosinée montre que ces cellules appartiennent cependant à deux variétés. Le protoplasma de la majorité d'entre elles se colore en rose vif; mais un certain nombre de cellules, semblables aux autres avant l'action du réactif, se colorent en bleu intense, ainsi que les granulations qu'elles contiennent, et, réunies en groupes ou isolées, se marquent distinctement et ne peuvent plus être confondues avec aucun élément cellulaire voisin.

» Ces cellules contiennent un mucus particulier disposé au sein de leur protoplasma sous forme de boules, que le réactif teint en bleu intense. Les autres cellules renferment aussi des granulations volumineuses, optiquement semblables aux boules de mucus avant la coloration par l'éosine hématoxylique, mais qui fixent l'éosine seule et se teignent en rose et non plus en bleu. Si à la place de l'éosine hématoxylique on avait fait agir du picrocarminate, toutes les cellules seraient colorées d'une manière uniforme, le protoplasma présentant une teinte jaune et les noyaux une couleur orangée.

» Les cellules bleues, intercalaires aux cellules roses, sont bien, dans la glande salivaire de l'*Helix Pomatia,* les éléments producteurs du mucus. Si, en effet, on pratique une coupe de l'intestin du même animal, on voit

que les cellules caliciformes, intercalées aux cellules à plateau strié qui forment le revêtement épithélial du tractus, sont colorées en bleu intense, et que les lobules du mucus qu'on en peut faire sortir par simple pression prennent aussi une teinte d'un bleu pur.

» Il existe donc, dans les glandes salivaires de l'*Helix*, deux ordres de cellules glandulaires : les unes qui sécrètent du mucus et qui se teignent en bleu, les autres qui sécrètent une matière spéciale, distincte du mucus, et qui se colorent en rose.

» Tous les mucus ne se teignent pas en bleu chez tous les animaux; mais un fait très-remarquable que je dois maintenant signaler, c'est que, sous l'influence de la coloration par l'éosine hématoxylique, les cellules des acini des glandes salivaires des Mammifères, et notamment celles de la sous-maxillaire des Solipèdes, présentent des réactions identiques avec celles fournies par les cellules des glandes salivaires de l'*Helix Pomatia*.

» Un fragment de la sous-maxillaire de l'Ane, enlevé sur un animal sacrifié par hémorrhagie au moment où les éléments anatomiques sont encore vivants, est fixé dans sa forme par un séjour de vingt-quatre heures dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100; le durcissement est achevé, après lavage à l'eau distillée, par l'action de l'alcool à 90 degrés C. pendant vingt-quatre heures. Les coupes minces du tissu glandulaire, colorées à l'aide de l'éosine hématoxylique et montées dans le baume de Canada, montrent les détails suivants.

» Dans chaque acinus *les cellules claires qui sécrètent le mucus sont teintes en bleu pâle;* leur noyau, refoulé à la base de l'élément, est coloré en violet. Les cellules du croissant de Gianuzzi, *c'est-à-dire les cellules qui sécrètent le ferment salivaire, sont colorées en rose intense* et montrent un noyau violet contenu au centre de la masse protoplasmique. La distinction entre les deux ordres de cellules, mucipares et bleues, granuleuses et roses, se fait, pour ainsi dire, au premier coup d'œil.

» L'emploi de l'éosine hématoxylique permet donc de reconnaître, à l'aide d'une coloration élective, les deux ordres de cellules qui constituent par leur union un acinus mixte de la sous-maxillaire. Une opinion, ayant cours dans la science, admet que les cellules mucipares se détruisent sous l'influence du fonctionnement, et qu'elles sont remplacées par celles du croissant de Gianuzzi. Cette opinion a donné lieu à beaucoup de controverses. La méthode que je propose permettra de voir si, dans une glande sous-maxillaire épuisée par l'excitation prolongée de la corde du tympan, les cellules mucipares sont détruites, et si tous les éléments cellulaires d'un

cul-de-sac pris en particulier ne sont plus que des cellules granuleuses analogues à celles du croissant de Gianuzzi. Nous avons essayé, M. Arloing et moi, d'élucider cette question par une série d'expériences qui feront prochainement l'objet d'une seconde Communication ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil du son chez divers Poissons de l'Amérique du Sud.* Note de M. **W. Sörensen**, présentée par M. Blanchard.

« Pendant mon séjour, en 1877 et 1878, à l'embouchure du Riacho del Oro, dans le Rio Paraguay, j'ai été à même de faire des recherches sur la manière dont plusieurs Poissons de ces rivières, notamment ceux des familles des Siluroïdes et des Characins, font entendre des sons particuliers. La vessie natatoire en est le principal organe. Chez les Siluroïdes, la partie non ossifiée de la vessie natatoire est un peu élastique d'une manière presque égale dans toute son étendue, tandis que chez les Characins l'élasticité dépend surtout de bandes plates ou de cordons ronds dans la paroi. La vessie natatoire acquiert son plus grand développement comme organe du son chez les Siluroïdes. Chez les espèces des genres *Platystoma* et *Pseudaroides,* elle est divisée par une cloison longitudinale et par plusieurs cloisons transversales en plusieurs chambres ou cellules qui pourtant restent en communication libre entre elles. Dans le genre *Doras,* la vessie natatoire présente de nombreux appendices divisés intérieurement par des cloisons incomplètes en un grand nombre de petites cellules. Chez tous ces Poissons, les apophyses transverses ([2]) des deux ou trois premières vertèbres, et souvent une partie de l'arceau de la première vertèbre, sont liées non-seulement entre elles, mais encore avec la partie postérieure du crâne et les apophyses des premières vertèbres, par des membranes élastiques très-fortes. Les apophyses transverses de la seconde et de la troisième vertèbre, quelquefois de ces deux vertèbres à la fois, sont taillées en forme de ressorts ([3]) très-puissants et se trouvent étroitement liées à la vessie

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

([2]) D'après Weber (*De aure et auditu hominis et animalium*, p. 1; Lipsiæ, 1820), ces apophyses, dans le genre Silurus et dans les espèces de la famille des Cyprinoïdes, devraient servir à mettre l'oreille en communication avec la vessie natatoire. Je ne saurais dire s'il se trouve un organe du son chez les Poissons de cette dernière famille, ne les ayant pas encore examinés sous ce rapport.

([3]) Suivant Joh. Müller (*Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1842, p. 319), cet appa-

natatoire. Le son se produit par l'action des muscles qui s'insèrent, soit directement à la vessie natatoire, soit à l'apophyse transverse de la troisième vertèbre. Chez les Characins, les parties élastiques de la vessie natatoire sont tendues suivant leur longueur par la contraction des muscles, et la vibration qui résulte de ce mouvement rhythmique se transmet à l'air contenu dans la cavité de la vessie natatoire. Chez les Siluroïdes, la partie antérieure de la vessie natatoire est alternativement tirée en avant et en arrière par la contraction et le relâchement des muscles ; pendant ces mouvements, l'air, en passant à travers les cloisons transversales incomplètes, met celles-ci en vibration, et le son se produit. La hauteur ou plutôt la profondeur du son est en proportion directe de la vitesse des vibrations des ressorts.

» Les Poissons que j'ai pu étudier sous ce rapport appartiennent aux genres *Ageniosus, Doras, Platystoma, Pseudaroides, Prochilodus, Chalcinus, Pygocentrus* et *Myletes ;* plusieurs ont été observés vivants. Aucun de ces Poissons ne respire à l'aide de la vessie natatoire.

» Un Mémoire renfermant le détail de ces observations paraîtra dans le *Naturhistorisk Tidsskrift* de Copenhague. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'apparence amyloïde de la cellulose chez les Champignons.* Note de M. DE SEYNES.

« L'étude du *Sphæria Desmazierei* Berk. a pu laisser dans mon esprit quelque indécision sur la part de chacun des deux sacs dont se compose la thèque de ce Sphériacé dans la formation du corps bleuissant par l'iode, qui paraît à M. Crié avoir une origine distincte de ces deux sacs. La fin de ma phrase citée en partie par M. Crié montre que cette formation me paraissait plutôt due au sac interne et indique les motifs qui m'imposaient une certaine réserve sur ce point. Quant à la préexistence du globule supposé amylique ou *amylomycique* dans le protoplasma avant l'apparition du sac interne, je n'ai pas eu d'indécision : je la conteste après la deuxième Note de M. Crié aussi nettement qu'après la première. J'ai observé ce petit

reil, chez les genres *Auchenipterus, Synodontus, Doras, Malacopterurus* et *Enanemus*, servirait à la locomotion, en condensant ou raréfiant l'air contenu dans la vessie natatoire. Sur cette interprétation, M. Moreau, dans son excellent travail sur la vessie natatoire (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, vol. IV, art. n° 8), a déjà émis des doutes, dont je suis en état de pouvoir complétement prouver la justesse.

globule à son début, quand il mesure de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$ dans des thèques de $0^{mm},10$ de longueur ; les thèques mûres ont en moyenne $0^{mm},43$. J'ai pu rendre le sac interne visible par un procédé que j'ai décrit. Ce sac est formé bien avant l'apparition de la série de nucléoles qui annonce la genèse des spores ; et c'est à ce moment qu'il commence, non à se former, mais à disparaître, sauf dans la partie supérieure, en forme de goulot long et étroit, dont une portion participe quelquefois à l'épaississement, qui n'intéressait d'abord que le sommet.

» L'analogie de réaction chimique avec la fécule, signalée par M. Tulasne, ne saurait être contestée; j'en ai même signalé un caractère de plus: l'insolubilité dans la liqueur de Schweizer. Cette question, comme celle de l'analogie possible au point de vue fonctionnel, offre un grand intérêt; mais elle doit être soigneusement distinguée de celle du mode de formation. Il importe en effet beaucoup de savoir si c'est au protaplasma ou à la membrane cellulaire qu'il faut la rapporter. »

M. **P. Picard** adresse à l'Académie une nouvelle Note sur « le dosage des sucres dans le sang ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mai 1879.

(suite.)

Bulletin de la Société de Médecine publique et d'hygiène professionnelle; t. I, 1877. Paris, J.-B. Baillière, 1877 ; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents; avril 1879. Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Nouvelle étude physiologique de la mort applicable à tout le règne animal ; par le Dr E. Goubert. Paris, G. Masson, 1879 ; in-8°. (Adressé au Concours Lacaze, Physiologie, 1879.)

De l'épididymite blennorrhagique dans les cas de hernie inguinale, de vari-

cocèle ou d'anomalies de l'appareil génital; par M. le Dr LEDOUBLE. Paris, A. Delahaye, 1879; in-8°.

Mémoires sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone par les poumons; par M. GRÉHANT. Paris, G. Masson, 1874; in-8°.

Recherches expérimentales sur la puissance toxique des alcools; par les Drs DUJARDIN-BEAUMETZ et AUDIGÉ. Paris, O. Doin, 1879; in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Ces trois derniers Ouvrages sont envoyés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.

Étude d'hygiène locale de la mortalité des enfants du premier âge dans la ville de Lille, etc.; par le Dr L. WINTREBERT. Lille, impr. Danel, 1879; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours de Statistique de 1879.)

On the placentation of the apes, with a comparison of the structure of ther placenta with that of the human female; by W. TURNER. London, 1878; in-4° (from the *Philosophical transactions of the royal Society*).

On the cotyledonary and diffused placenta of the mexican deer (Cervus mexicanus); by Prof. TURNER. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de'nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXXI, sessione IIIa del 17 mars 1878, e sessione IVa del 14 aprile 1878. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1878; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MAI 1879.

Conférences cliniques sur les maladies mentales, par M. le Dr LAGARDELLE. Draguignan, Gimbert; Paris, Bazire, 1878; in-8°.

Traitement de la paralysie générale progressive; par M. le Dr LAGARDELLE. Draguignan, Gimbert; Paris, Bazire, 1878; in-8°.

L'épilepsie délirante au point de vue chimique et médico-légal; par M. le Dr LAGARDELLE. Draguignan, Gimbert; Paris, Bazive, 1878; in-8°.

Mémoire sur une série de cas d'ictère grave observés dans la garnison de Lille en juin 1877; par MM. J. ARNOULD et P. COYNE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1879; in-8°.

Ces quatre Ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.

Mémoire sur les Cheylétides parasites; par M. Mégnin. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8°.

Nouvelles observations sur le développement et les métamorphoses des ténias des Mammifères; par M. P. Mégnin. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8°.

Les acariens parasites du tissu cellulaire et des réservoirs aériens chez les oiseaux; par M. J. Mégnin. Paris, Germer-Baillière, 1879; br. in-8°.

Ces trois dernières brochures sont adressées au concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1879.

Contribution à l'étude des troubles respiratoires dans les laryngopathies syphilitiques; par M. le Dr M. Krishaber. Paris, G. Masson, 1879; br. in-8°.

De la cure de l'obésité aux eaux de Brides; par M. E. Philbert. Paris, A. Delahaye, 1879; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MAI 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHALEUR RAYONNANTE. — *Sur la réfraction de la chaleur obscure.* Note de M. P. DESAINS.

« Dans les expériences de chaleur rayonnante et surtout dans celles qui sont relatives à la spectroscopie calorifique, on emploie souvent des lentilles qui sont optiquement achromatiques; mais je n'ai jamais eu l'occasion de rencontrer de lentilles construites pour faire converger au même point des rayons pris à l'origine et à l'extrémité du spectre obscur. J'ignore même si l'on a quelquefois indiqué la construction d'appareils de ce genre. Dans tous les cas, l'étude des raies froides du spectre obscur peut conduire aux règles de cette construction.

» En étudiant des spectres produits avec la lampe de MM. Bourbouze et Wiesneg et avec des prismes de natures très-différentes, j'ai pu y suivre un même groupe de raies facilement reconnaissables, comme le sont dans les spectres solaires lumineux les raies E et F par exemple ; et cela quoique dans ces différents spectres les raies dont il s'agit se trouvent à des distances angulaires très-différentes du rouge extrême. Or, si l'on peut ainsi, dans les spectres obscurs, suivre et reconnaître un même groupe de raies, malgré les différences qui existent entre les pouvoirs réfringents et dispersifs des

corps employés, on pourra en conclure la valeur absolue des réfractions que des rayons obscurs d'une même longueur d'onde éprouvent dans des corps diathermanes différents, et par suite arriver à calculer les rayons de lentilles de flint et de crown par exemple, ou encore de sel gemme et de spath fluor, qui feraient converger au même point des rayons obscurs pris aux deux extrémités du spectre infra-rouge. Quoi qu'il en soit, et indépendamment de toute application, j'ai fait des déterminations de ce genre avec des prismes de flint et de crown de 60 degrés et en employant comme raies froides, facilement reconnaissables dans le spectre obscur de la lampe, celles que fait naître, vers la partie moyenne de ce spectre, l'action d'une solution d'iode dans le chloroforme. Ce groupe, dans le spectre du flint employé, se composait surtout de trois raies situées à des distances de la raie D sensiblement égales à $1°42'$, $1°47'$ et $2°6'$. Dans le spectre du crown, le même système était défini par les distances angulaires suivantes : $1°10'$, $1°13'$ et $1°28'$.

» Avec ces nombres et la connaissance des indices de réfraction de la raie D dans le flint et le crown employés, on peut arriver aisément à une solution suffisamment approchée de la question dont il s'agit ici. »

CHIMIE. — *Recherches chimiques sur la formation de la houille;* par M. E. Fremy.

« Le Mémoire que je publie aujourd'hui sur la formation de la houille est la dernière partie des études générales sur les tissus des végétaux que je poursuis depuis 1850, c'est-à-dire depuis ma nomination de Professeur au Muséum.

» C'est, en effet, au Jardin des Plantes que j'ai trouvé toutes les ressources qui m'étaient utiles pour traiter les questions suivantes :

» Quelle est la nature chimique des principes qui forment les organes et les tissus des végétaux?

» Peut-on extraire ces principes sans les altérer et en déterminer la proportion avec exactitude?

» Cette analyse chimique des tissus permet-elle d'en suivre le développement dans l'organisation et d'établir entre eux une comparaison que la Science réclame?

» La Chimie peut-elle faire connaître la composition exacte de tous ces principes encore mal définis, tels que la chlorophylle, les gommes, les

substances gélatineuses des fruits, qui, en raison de leur abondance dans les végétaux, doivent jouer un rôle important ?

» Enfin, lorsque tous ces corps seront connus, sera-t-il possible de déterminer sous quelles influences les tissus des végétaux ont pu se changer en combustibles fossiles, c'est-à-dire en *lignite*, en *houille* et en *anthracite*?

» Je crois avoir résolu en partie ces différentes questions; mais, comme elles se lient toutes entre elles, je demande à l'Académie la permission de lui rappeler mes premiers résultats, pour faire comprendre ceux que j'ai constatés ensuite.

» Je me suis proposé d'abord d'établir la nature et la composition des corps qui forment le *squelette des végétaux*. Ceux que j'ai examinés en premier lieu étaient à peine connus; leur propriété caractéristique est de produire, sous l'influence d'un ferment ou par l'action des réactifs, des substances gommeuses et gélatineuses. J'ai démontré qu'ils dérivent tous d'une matière première insoluble, que j'ai nommée *pectose*, qui est représentée sous sa forme la plus simple par la formule $C^8H^5O^7$, et qui, par des transformations polymériques successives, forme d'abord des substances gommeuses, ensuite des corps gélatineux, et enfin un acide soluble dans l'eau : telle est la nature de l'élément mobile du squelette des végétaux.

» J'ai entrepris ensuite l'étude des éléments stables qui forment les fibres, les cellules et les vaisseaux. Il est résulté de ces recherches que la *charpente végétale* n'est pas aussi simple qu'on le pensait; elle n'est pas constituée, comme on l'avait dit, par une substance unique, la cellulose, différemment incrustée de substances étrangères, mais par *plusieurs sortes de celluloses isomériques*. En outre, on trouve à côté de ces celluloses, dans presque toutes les parties du squelette végétal, un corps très-important, qui diffère des celluloses par sa composition et ses propriétés, qui existe en abondance dans les vaisseaux, et que, pour cette raison, j'ai appelé *vasculose*.

» Je reviendrai prochainement sur les propriétés purement chimiques de la vasculose dans un travail que je publierai en commun avec M. Urbain; je dirai seulement ici que c'est cette substance qui fait varier, suivant ses proportions, les propriétés physiques des bois : le bois de chêne peut en contenir 30 pour 100; on en trouve jusqu'à 50 pour 100 dans les coquilles de noix. La vasculose est également importante au point de vue industriel; c'est elle qui soude et relie entre elles les fibres du bois; comme elle se dissout dans les alcalis caustiques, on a recours à cette réaction,

dans la fabrication du papier de bois, lorsqu'on veut mettre les fibres en liberté.

» Après avoir établi la composition des tissus internes des végétaux, j'ai soumis à l'analyse les corps, tels que la cuticule, qui les recouvrent et les protégent. J'ai donné le nom de *cutose* à la substance qui forme cette cuticule; sa résistance à l'action des agents chimiques fait bien comprendre le rôle de protection qu'elle joue à l'égard des organes aériens.

» Passant enfin à l'étude des corps qui se rencontrent le plus fréquemment dans les tissus, j'ai démontré que la gomme n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'alors, un corps neutre, mais un véritable sel de chaux, et que la chlorophylle elle-même doit sa coloration verte à la présence d'un sel de potasse.

» Tous ces travaux sur les tissus des végétaux ont été complétés par une méthode analytique qui m'a permis de faire l'analyse du tissu végétal le plus complexe, aussi facilement que celle d'une substance minérale.

» Arrivé à ce point dans mes recherches sur les tissus des végétaux, connaissant assez exactement les éléments qui les forment et ceux qu'ils contiennent, j'ai pensé que je pouvais étudier leur mode de décomposition et aborder la question difficile de *la production des combustibles fossiles*.

» Si la Paléontologie végétale a fait, dans ces dernières années, de si grands progrès, on peut dire que la partie chimique, qui se rapporte aux combustibles fossiles, est restée absolument obscure. On ignore sous quelles influences l'organisation des végétaux s'est détruite pour former cette masse noire, bitumineuse, en partie fusible, non organisée, insoluble dans les dissolvants, qui constitue la houille. Cette substance houillère ne ressemble ni aux corps pyrogénés que nous produisons dans nos laboratoires, ni aux tissus végétaux qui l'ont formée; par la distillation, elle engendre des corps volatils qui ne ressemblent pas à ceux que donne le bois; en outre, elle laisse comme produit fixe un charbon spécial, le coke, qui est bien différent du charbon de bois.

» Dans mes études sur les combustibles fossiles, je me suis appliqué d'abord à chercher quelques caractères chimiques qui me permettraient de distinguer entre eux le bois, la tourbe, les différents lignites, la houille et l'anthracite. Ceux que j'ai trouvés sont les suivants : le *bois* n'est pas sensiblement attaqué par une dissolution étendue de potasse, tandis que la *tourbe* cède à cet alcali des quantités souvent considérables d'acide ulmique; le *lignite xyloïde* ou *bois fossile* contient encore des proportions

notables d'acide ulmique, mais ne peut être confondu ni avec le bois ni avec la tourbe, parce qu'il est transformé en résine jaune par l'acide azotique et qu'il est complétement soluble dans les hypochlorites; le *lignite compacte* ou *parfait* ne contient plus sensiblement d'acide ulmique, mais se dissout encore dans l'acide azotique et dans les hypochlorites; quant aux *houilles* et à l'*anthracite,* elles sont caractérisées par leur insolubilité dans les dissolvants neutres, acides, alcalins et dans les hypochlorites.

» En m'appuyant sur les faits que je viens de résumer, *j'ai abordé par la synthèse* la question de la formation des combustibles fossiles.

» Les belles expériences de notre confrère M. Daubrée sur l'anthracite et celles non moins intéressantes de M. Baroullier sur la houille me permettaient de penser que la transformation houillère s'était produite par l'action de la chaleur et de la pression sur les végétaux.

» Pour analyser le phénomène, j'ai disposé une série d'essais dans lesquels les tissus des végétaux d'une part, et de l'autre les substances qui les accompagnent le plus fréquemment dans l'organisation, étaient chauffés entre 200 et 300 degrés, pendant de longues heures, dans des tubes de verre fermés aux deux extrémités.

» Mes premières expériences ont été faites sur des tissus végétaux formés de cellulose et de vasculose, et ensuite sur des tissus à base de cutose.

» J'ai constaté que ces tissus éprouvaient, dans ce cas, une modification profonde; ils devenaient noirs, cassants, dégageaient de l'eau, des acides, des gaz, des goudrons, mais ils conservaient leur organisation première; ils n'entraient pas en fusion et donnaient un produit fixe qui n'offrait aucune ressemblance avec la houille.

» Soumettant à la même épreuve un certain nombre de corps produits par l'organisme et qui se trouvent dans les tissus, tels que les sucres, l'amidon, les gommes, la chlorophylle ainsi que les corps gras et résineux qui l'accompagnent dans les feuilles, les résultats ont été bien différents.

» J'ai reconnu en effet que, par une longue calcination faite sous pression, ces corps se transformaient en substances qui ont une certaine analogie avec les houilles. Elles sont noires, brillantes, souvent fondues, absolument insolubles dans les dissolvants neutres, acides et alcalins, bien différentes du charbon, car, en les chauffant au rouge, elles se comportent comme de véritables substances organiques, dégagent de l'eau, des gaz, des goudrons, et laissent comme résidu fixe un coke dur et brillant.

» L'analyse de ces matières, que je désignerai sous le nom de *substances houillères*, est venue confirmer leur ressemblance avec la houille .

	Carbone.	Hydrogène	Oxygène.
Houille du sucre............	66,84	4,78	28,43
Houille de l'amidon..........	68,48	4,68	26,84
Houille de la gomme arabique.	78,78	5,00	16,22

» Il m'a paru intéressant de rapprocher ces analyses de celle d'une houille sèche de Blanzy, faite autrefois par Regnault :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Cendres.
Houille de Blanzy.......	76,48	5,23	16,01	2,28

» On constate donc ici une analogie presque complète entre la composition de la houille de gomme et celle d'une houille naturelle.

» Je tenais à opérer d'abord sur ces trois substances parce que, d'après Ad. Brongniart, elles devaient être abondantes dans les végétaux qui ont produit la houille, et que la gomme provient souvent de l'altération des tissus, comme notre confrère, M. Trécul, l'a démontré.

» Je tire naturellement des faits que je viens d'exposer cette conséquence que les principes contenus dans les cellules des végétaux, tels que les sucres, l'amidon, les gommes, ont dû jouer un rôle important dans la production de la houille, puisqu'ils se transforment sous l'influence de la chaleur et de la pression, en substances noires, insolubles dans tous les dissolvants, et qui se rapprochent beaucoup des houilles par leurs propriétés et leur composition.

» Ce résultat était intéressant sans doute, mais le problème que je m'étais proposé n'était encore qu'en partie résolu; pour le compléter, il s'agissait d'expliquer comment les tissus des végétaux pouvaient perdre leur forme organique pour produire une masse amorphe qui est la houille; il fallait, en outre, faire éprouver aux tissus organiques *la transformation houillère* que j'ai réalisée en opérant sur les corps non organisés qui les accompagnent.

» Mes études sur les lignites et sur la tourbe devaient ici m'être d'un grand secours : j'avais vu en effet apparaître dans ces combustibles l'acide ulmique à mesure que les tissus ligneux perdaient leur organisation ; quand une tourbe était avancée, je n'y trouvais plus que des restes insignifiants de tissus organisés, mais alors elle contenait jusqu'à 50 ou 60 pour 100 d'acide ulmique. En examinant des bois fossiles, j'y ai trouvé des couches assez épaisses, noires et brillantes d'acide ulmique, provenant de la trans-

formation de la vasculose, à côté des fibres ligneuses qui n'étaient pas encore complétement désorganisées. Cette observation était précieuse pour moi : elle démontrait en effet *la transformation sur place*, et dans l'intérieur même du tissu ligneux, d'une partie du bois en acide ulmique.

» J'ai été conduit à admettre ainsi un fait qui me paraît dominer toutes mes recherches, *c'est que les végétaux se sont changés d'abord en tourbe avant de produire la houille, et que, dans cette modification, la disparition des tissus organisés était due à une sorte de fermentation tourbeuse*, comme le pense notre confrère M. Van Tieghem.

» Mais, pour confirmer cette hypothèse, il me restait à prouver que les acides ulmiques, et surtout celui de la tourbe, peuvent, comme les corps que j'avais expérimentés précédemment, se transformer en houille.

» Tel a été le but des essais qu'il me reste à décrire.

» J'ai opéré sur trois sortes d'acides ulmiques : 1° sur l'acide ulmique que j'ai retiré de la tourbe; 2° sur l'acide saccharhumique, que notre confrère M. P. Thenard m'a donné, et qui sert de base à ses importants travaux; 3° sur l'acide ulmique obtenu en traitant la vasculose par les alcalis.

» Tous ces acides ulmiques se sont transformés en substances houillères sous la double influence de la chaleur et de la pression; le temps de l'opération, que j'ai prolongé jusqu'à deux cents heures, a déterminé dans le produit une augmentation de carbone.

» Voici la composition de ces houilles artificielles produites par les acides ulmiques :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
Houille de l'acide ulmique retiré de la tourbe et chauffé pendant vingt-quatre heures	67,48	5,84	26,68
Même produit, chauffé pendant soixante-douze heures	71,72	5,03	23,25
Même produit, chauffé pendant cent vingt heures	76,06	4,99	18,95
Houille produite avec l'acide ulmique de la vasculose	76,43	5,31	18,26

» Ces analyses démontrent donc que l'acide ulmique provenant soit de la tourbe, soit d'un élément du bois, la vasculose, se change en un corps qui présente exactement la même composition qu'une houille naturelle et qui est insoluble, comme elle, dans tous les dissolvants.

» L'acide saccharhumique s'est comporté comme l'acide ulmique de la tourbe.

Quant à l'acide ulmique dérivé de la vasculose, il est remarquable par sa fusibilité; s'il s'est engendré, comme je le crois, avant la transfor-

mation houillère, il peut rendre compte de la production des houilles grasses et fusibles.

» Pour compléter ces observations sur les corps qui sont intervenus dans la formation des combustibles fossiles, j'ai examiné les modifications qu'éprouvent, sous l'influence de la chaleur et de la pression, les mélanges de chlorophylle, de corps gras et de résines que l'on retire des feuilles par un traitement à l'alcool.

» Ce mélange, chauffé sous pression pendant cent cinquante heures, et qui était avant l'expérience soluble dans les alcalis, m'a donné une substance noire, visqueuse, odorante, absolument insoluble dans les alcalis caustiques, et qui présentait une analogie évidente avec les bitumes naturels.

» Tels sont les faits que je voulais faire connaître à l'Académie; je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

» 1° La houille n'est pas une substance organisée : M. Renault, dont l'Académie connaît les importants travaux de Paléontologie végétale, constatait récemment encore, à ma demande, ce fait important.

» 2° Les empreintes végétales que présente la houille, qui ont été si bien étudiées par le créateur de la Paléontologie végétale, Ad. Brongniart, et par ses successeurs, se sont produites dans la houille comme dans les schistes ou toute autre substance minérale : la houille était une matière bitumineuse et plastique sur laquelle les parties extérieures des végétaux se moulaient facilement.

» 3° Lorsqu'un morceau de houille offre à sa surface des empreintes végétales, il peut donc arriver que les parties de houille sous-jacentes ne soient pas le résultat de l'altération des tissus qui étaient recouverts par les membranes externes dont la forme a été conservée.

» 4° Les principaux corps contenus dans les cellules des végétaux, soumis à la double influence de la chaleur et de la pression, produisent des substances qui présentent une grande analogie avec la houille.

» 5° Il en est de même des acides ulmiques qui existent dans la tourbe et de ceux que l'on prépare artificiellement.

» 6° Les matières colorantes, résineuses et grasses que l'on peut retirer des feuilles se changent, par l'action de la chaleur et de la pression, en corps qui se rapprochent des bitumes.

» 7° En se fondant sur les expériences décrites dans ce travail, on peut donc admettre que les végétaux producteurs de la houille ont éprouvé

d'abord la *fermentation tourbeuse*, qui a détruit toute organisation végétale, et que c'est par une action secondaire, déterminée par la chaleur et la pression, que la houille s'est formée aux dépens de la tourbe.

» Je suis heureux de dire, en terminant, que, dans ce travail, j'ai été aidé avec la plus grande intelligence par un jeune chimiste, M. Verneuil, qui est attaché à mon laboratoire du Muséum. »

GÉODÉSIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Berlin.* Note de MM. Lœwy et Le Clerc.

« La France, qui tant de fois, en Europe, a su prendre l'initiative des grandes entreprises scientifiques, ne pouvait, sous peine de déchéance, demeurer simple spectatrice des importantes déterminations géodésiques effectuées depuis quelques années par les puissances voisines, dans le but d'arriver à une connaissance plus parfaite de la figure et des dimensions du globe terrestre. Notre abstention prolongée nous faisait encourir des reproches, il faut l'avouer, un peu mérités; on allait jusqu'à comparer notre pays à une terre isolée dont la position géographique, mal déterminée, ne se trouvait reliée à aucun des points du réseau dont se couvrait le continent européen, et cet état de choses existait encore il y a quelques années. On comprit alors combien une telle situation était préjudiciable à la Science et aux intérêts français; aussi l'Observatoire de Paris et le Bureau des Longitudes ont-ils considéré comme un devoir de faire cesser aussitôt que possible cette inactivité par trop prolongée. La France a été reliée successivement à l'Angleterre, à l'Espagne, à l'Amérique, à l'Afrique, à l'Autriche, à l'Allemagne et à la Suisse.

» Nous n'avons à rendre compte, aujourd'hui, que de la dernière opération entreprise par le Bureau des Longitudes, de concert avec l'Institut géodésique de Prusse, relativement à la différence de longitude entre Paris et Berlin.

» Les astronomes français chargés de ce travail étaient M. Lœwy, Membre de l'Institut, et M. Le Clerc, capitaine de frégate, attaché à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, à Montsouris. M. le lieutenant de vaisseau de Bernardières, qui devait plus tard, avec succès, effectuer avec M. Le Clerc le travail relatif à la longitude entre Paris et Bonn, remplissait provisoirement les fonctions d'assistant, prêtant dans cette circonstance

aux observateurs français un concours précieux et dévoué. De son côté, M. le général Bayer, qui préside avec une si haute autorité l'Institut géodésique de Berlin, avait désigné une mission d'observateurs allemands ayant à sa tête M. le professeur Albrecht, bien connu par ses nombreux et importants travaux géodésiques.

» On attachait de part et d'autre un tel prix à l'exécution de ce travail fondamental, qu'on résolut d'en assurer le succès en l'entourant de garanties toutes particulières. Généralement, dans la détermination des différences de longitude dont le but est de relier deux pays, les opérations sont exécutées en commun par les savants des contrées intéressées ; mais cette manière de procéder, qui offre quelques avantages matériels, nécessite entre les délégués une entente préalable aussi bien pour le choix des instruments que pour les méthodes à employer, et il en résulte des concessions mutuelles qui entravent, dans une certaine mesure, cette indépendance si indispensable pour assurer le succès de toute œuvre scientifique ; on pensa donc qu'il était préférable de laisser les deux missions opérer séparément, chacune d'elles cherchant de son côté les différences de longitude entre les mêmes stations.

» La réalisation de ce plan offrait encore à un autre point de vue un intérêt très-réel. En effet, il arrive souvent que la position d'une ville se trouve reliée à plusieurs autres localités, et, quand on dispose d'un ensemble de lieux rattachés ainsi les uns aux autres d'une façon multiple, il devient ensuite facile de soumettre à un contrôle sérieux la valeur d'une longitude individuelle déterminée directement, pourvu que les deux stations considérées se trouvent rattachées l'une à l'autre par une série de points intermédiaires. On peut alors, à l'aide de certaines combinaisons, déduire d'une manière indirecte plusieurs valeurs pour une même longitude. Ce procédé de contrôle a permis de reconnaître qu'il existe des divergences très-notables entre les diverses longitudes se rapportant aux mêmes lieux, et le désaccord est souvent plus grand que ne pouvaient le faire prévoir les erreurs probables indiquées par les astronomes à l'appui de l'exactitude de leurs résultats. Dans la détermination d'une longitude au moyen d'une série de points intermédiaires, les données dont on se sert sont souvent entachées, non-seulement des erreurs dues aux opérations astronomiques, mais encore d'inexactitudes provenant de certaines conditions locales défavorables. Les erreurs d'espèces différentes s'ajoutent, s'accumulent et, on le voit, peuvent altérer fort notablement les résultats calculés ainsi indirectement.

» Il était donc intéressant de connaître l'accord qui résulterait de deux déterminations entreprises simultanément, mais d'une manière tout à fait indépendante, et dans lesquelles les astronomes de deux pays, tout en employant des méthodes et des instruments différents, s'efforceraient néanmoins d'obtenir la plus haute précision possible.

» C'est dans ces conditions que fut entreprise la détermination de la longitude entre Paris et Berlin. Les astronomes français et allemands, installés dans des pavillons d'observations contigus, opéraient simultanément, mais avec des instruments et des méthodes de leur choix. Nous allons indiquer sommairement les différences les plus notables existant entre les méthodes d'observation employées dans les deux missions.

» 1° Nous nous sommes servis de lunettes méridiennes droites, c'est-à-dire d'instruments dont l'oculaire et l'objectif se trouvent symétriquement placés à une égale distance de l'axe de rotation. L'image de l'étoile vient ainsi directement se former dans le réticule. Les observateurs allemands ont employé des instruments brisés, dont l'oculaire est placé dans l'un des tourillons. Dans ce cas, un petit prisme établi dans le cube central de la lunette réfléchit dans l'oculaire, perpendiculairement à l'axe optique, les images des objets aperçus.

» 2° Les appareils électriques, construits d'une manière différente pour plusieurs points essentiels, reposaient néanmoins sur un principe commun, celui d'égaliser l'intensité des courants électriques qui interviennent dans les opérations.

» 3° Toutes les fois que la chose nous a été possible, c'est-à-dire quand il n'y avait pas une interruption accidentelle dans les communications télégraphiques, nous avons comparé électriquement deux fois les pendules dans les deux stations, afin de pouvoir contrôler leur marche. Les observateurs allemands ont préféré, selon l'usage établi par eux, faire une comparaison unique des deux pendules à peu près à l'époque moyenne de leurs opérations.

» 4° Les géodésiens allemands, qui ne font point usage de mires, ont calculé directement la déviation azimutale de leurs lunettes, à l'aide des observations faites sur les étoiles polaires dans la soirée même. Nous avons eu, au contraire, recours aux mires pour conclure l'erreur azimutale de nos instruments. Dans ce but, pour pouvoir évaluer avec une très-haute exactitude la position de notre mire, nous avons effectué un grand nombre de mesures, aussi bien le jour que la nuit; pour augmenter encore la précision, nous avons profité de toutes les belles soirées, c'est-à-dire que nous avons

effectué des observations sur la mire et sur les polaires, quand même il n'y avait pas, par suite de l'état atmosphérique dans la station conjuguée, possibilité d'arriver à une valeur de la longitude cherchée.

» 5° Nos lunettes sont, en outre, munies d'un fil mobile qui joue un rôle important dans nos observations. Au moyen de ce fil, nous observons les étoiles polaires et nous effectuons sur leurs images autant de pointés que nous le jugeons convenable. Les astronomes allemands, au contraire, observent les passages de ces étoiles aux fils fixes du réticule. Ce fil mobile nous sert encore à déterminer la valeur de la collimation dans la position horizontale de la lunette, et sa comparaison avec la collimation polaire nous permet de constater l'effet de la flexion, si elle existe, et d'en tenir compte.

» 6° Nous avons choisi pour la détermination de l'heure, dans le Catalogue d'étoiles de culmination lunaire publié par M. Lœwy, celles dont les coordonnées reposent au moins sur dix observations modernes. Les ascensions droites de ces étoiles possédant un haut degré de précision, nous ne nous sommes pas astreints à n'observer que les mêmes dans les deux stations, et nous avons pu, pour la correction des pendules, faire concourir un très-grand nombre de ces étoiles horaires. Les délégués allemands se sont imposé, au contraire, la condition de ne tenir compte, pour la détermination de l'heure, que des mêmes étoiles observées successivement de part et d'autre.

» Telles sont, en résumé, les différences les plus notables qu'on puisse signaler dans les deux missions pour le mode d'opération et le choix des instruments.

» Pour nous rendre compte de la valeur de nos résultats, nous avons, comme cela avait été fait pour la longitude de Paris-Marseille-Alger, évalué toutes les causes d'erreurs saisissables qui pouvaient intervenir dans les recherches entreprises. C'est ainsi que nous avons déterminé, soit par des opérations physiques, soit par la répétition des observations astronomiques, la grandeur des erreurs provenant du nivellement et des déterminations azimutales, les erreurs de flexion, les erreurs provenant du mouvement horaire des pendules employées dans les deux stations, l'erreur systématique provenant de l'azimut de la mire conclu de tout l'ensemble des étoiles polaires, l'erreur du relevé électrique, l'erreur due aux fluctuations des équations personnelles, etc., et nous avons, pour chaque longitude particulière, déduit *a priori* l'effet produit par l'ensemble de ces diverses causes d'inexactitude.

» Le Tableau suivant résume les résultats trouvés pour la différence de longitude entre Paris et Berlin :

PREMIÈRE SÉRIE (M. LOEWY ÉTANT A BERLIN).

Dates 1877.	Longitudes.	Erreurs probables.	Poids.
	m s	s	
Avril 28..	44,13,929	±0,038	0,7
Mai 1..	14,040	±0,036	0,8
2..	13,974	±0,035	0,9
3..	14,045	±0,022	2,0
4..	13,922	±0,030	1,3
5..	13,924	±0,022	2,0
6..	13,963	±0,026	1,5
13..	13,949	±0,025	1,6
16..	14,066	±0,020	1,5

Première série. Résultat $= 44^m 13^s,980$

SECONDE SÉRIE (M. LOEWY ÉTANT A PARIS).

Dates 1877.	Longitudes.	Erreurs probables.	Poids.
	m s	s	
Mai 30..	44,14,351	±0,032	1,0
Juin 2..	14,260	±0,023	1,9
3..	14,285	±0,022	2,0
7..	14,259	±0,020	2,2
8..	14,342	±0,023	1,9
9..	14,422	±0,024	1,8
11..	14,341	±0,025	1,6

Seconde série. Résultat $= 44^m 14^s,318$

» En formant ensuite la moyenne pondérée des valeurs individuelles, nous avons trouvé pour la différence entre les deux piliers d'observation de Paris et de Berlin le nombre $44^m 14^s,149$. Pour rapporter cette longitude au méridien de Cassini, il faut ajouter à ce nombre les valeurs respectives $-0^s,238$ et $+0^s,080$; on obtient ainsi comme résultat définitif, pour la différence de la longitude avec le méridien de Cassini, $44^m 13^s,99$.

» Toutefois nous allons, dans un bref délai, entreprendre de nouvelles observations pour déterminer encore la position de l'Observatoire de Montsouris par rapport à celui de Paris. Cette nouvelle détermination pourra peut-être modifier de quelques millièmes de seconde la valeur précédemment indiquée.

» On remarque dans le Tableau précédent deux séries de valeurs : l'une a été obtenue, M. Lœwy étant à Berlin et M. Le Clerc à Paris, et la seconde après l'échange des observateurs, M. Le Clerc étant à Berlin et M. Lœwy à Paris. La différence entre les moyennes des deux séries ainsi obtenues forme le double des équations personnelles des deux observateurs. Cet élément physiologique important a été évalué directement par les deux observateurs à trois époques différentes : au commencement, au milieu et à la fin des opérations. Les résultats individuels sont très-peu différents et leur valeur moyenne accuse une concordance presque absolue avec l'équation personnelle déduite de la longitude elle-même. On trouve donc là un contrôle très-précieux pour l'exactitude de nos opérations. Pour entourer, à un autre point de vue, notre résultat de toutes les garanties nécessaires,

et pour bien nous assurer qu'aucune erreur n'avait pu se glisser dans les calculs de réduction des observations, nous avons eu recours à une autre épreuve. D'après la méthode allemande, nous avons complétement laissé de côté la mire et nous avons alors effectué une nouvelle réduction. Nous avons ensuite fait un autre calcul et basé la détermination de l'heure seulement sur les étoiles observées pendant la même soirée dans les deux stations. Ces deux nouveaux modes de discussion de calcul nous ont conduits à des nombres peu différents de ceux obtenus par notre réduction fondamentale et nous ont démontré avec certitude qu'aucune erreur de réduction n'a pu se glisser dans la détermination de la longitude.

» Le résultat ainsi obtenu accuse une différence de $0^s,13$ avec celui qui résulte des opérations allemandes. Cette différence, assez faible en réalité, est cependant trop sensible pour pouvoir être uniquement rejetée sur les erreurs inévitables des observations astronomiques. Le mode d'opération des astronomes allemands, bien que différant essentiellement du nôtre, est néanmoins tellement précis, qu'il semble impossible *a priori* de songer à lui attribuer la cause de ce désaccord. Après toutes les vérifications entreprises des deux côtés pour garantir le résultat trouvé, nous sommes arrivés à cette conclusion que cette divergence est due à une légère variation de l'axe optique dans l'un ou l'autre des instruments employés dans les deux missions.

» Il est à remarquer en effet que, si par le retournement il se produit un petit déplacement systématique, soit du prisme, soit de l'objectif dans la lunette brisée ou de l'objectif seul dans la lunette droite, on emploiera toujours pour la collimation une valeur erronée. On obtiendra donc une valeur de la longitude, non pas par rapport au méridien sous lequel on observe, mais bien rapportée à un méridien un peu différent, et alors toutes les vérifications usuelles ne sauraient révéler l'erreur commise. Dans le cas où une telle déviation constante de l'axe optique existerait, si l'on détermine simultanément ou successivement les longitudes de trois localités, le triangle fermera nécessairement, pourvu que les instruments n'aient pas été changés, et cependant la longitude d'un de ces lieux sera erronée. L'équation personnelle fournie par la méthode directe concordera également avec celle tirée de la longitude par l'échange des observateurs.

» Il ne nous reste aujourd'hui, pour pouvoir résoudre la question et reconnaître quel est l'instrument qui a pu produire cette faible anomalie, qu'à attendre les résultats que nous fournira l'avenir. De l'ensemble des longitudes effectuées en Europe on arrivera à déduire indirectement,

comme nous l'avons indiqué plus haut, plusieurs valeurs de la longitude entre Paris et Berlin, et, par la discussion de ces divers nombres, on parviendra à établir la véritable valeur cherchée.

» Plus tard, quand M. le lieutenant de vaisseau de Bernardières, actuellement en campagne sur la *Flore*, sera de retour en France, il aura l'honneur de rendre compte à l'Académie de l'ensemble des opérations entreprises entre Paris et Bonn pour relier astronomiquement l'Allemagne à la France par un nouveau point. Nous nous bornons aujourd'hui à communiquer le résultat trouvé, qui donne pour différence entre la méridienne de Cassini et le centre de l'Observatoire de Bonn $19^m 2^s,276$, valeur qui, cette fois, présente un accord très-satisfaisant avec le résultat allemand : $19^m 2^s,231$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la distribution du travail à distance au moyen de l'électricité.* Note de M. TRESCA.

« Dans ces derniers temps, il a été fait à Paris plusieurs experiences sur la transmission du travail au moyen de deux machines Gramme, ayant pour mission, l'une de produire un courant électrique par l'application d'une certaine quantité de travail mécanique, l'autre d'opérer la transformation inverse, en reconstituant une partie du travail dépensé.

» Ces expériences n'avaient toutefois été caractérisées par aucune mesure certaine; j'ai assisté jeudi dernier, à la sucrerie de Sermaize (Marne), à des essais qui sont sous ce rapport plus concluants, et plusieurs de nos confrères ont pensé que je devais en rendre compte à l'Académie, afin de donner aux faits leur véritable signification.

» Il s'agissait d'une expérience de labourage par l'électricité, qui a très-bien réussi, mais que je ne veux considérer ici qu'au point de vue mécanique exclusivement. Dans les bâtiments de la sucrerie se trouvait, actionnée par un moteur à vapeur, une machine magnéto-électrique de Gramme faisant douze cents révolutions par minute.

» Le courant ainsi développé était conduit par un fil de cuivre formé de neuf brins de 1 millimètre de diamètre, offrant ensemble une section de 7 millimètres carrés, à une distance de 400 mètres, sur un chariot où il pouvait d'ailleurs être dévié par un commutateur, qui le dirigeait alors à 250 mètres plus loin, sur un autre chariot en tout semblable au premier. Sur l'un ou l'autre de ces chariots et à volonté, le courant faisait fonc-

tionner deux machines Gramme dont l'arbre entrait aussitôt en mouvement, et ce mouvement, convenablement ralenti par des organes intermédiaires, déterminait la rotation d'un tambour de 1 mètre de diamètre, sur lequel s'enroulait un petit câble de la grosseur de 12 millimètres, entraînant une de ces charrues dites *brabant double,* qui labourait ainsi un sillon de 220 mètres de longueur.

» La terre était résistante, et, bien qu'elle eût reçu un premier labour, qui l'avait ameublie, je ne pense pas que le même sillon, de 18 centimètres de profondeur, eût été produit, dans les appareils Fowler, avec moins de trois chevaux-vapeur. La résistance à la traction était la même dans les deux sens, et l'on peut déjà se rendre compte de la déperdition suivant la distance en remarquant que la vitesse du tirage, qui était de $0^m,88$ lorsque le fluide agissait sur le tambour du premier chariot, se trouvait réduite à $0^m,70$ lorsque la longueur du circuit se trouvait augmentée, pour atteindre le second chariot, de deux fois 250 mètres. Au reste, l'arbre des machines Gramme actionnées par le courant, qui tournait à raison de onze cent vingt-trois tours par minute dans le premier cas, se réduisait à huit cent quatre-vingt-dix dans le second.

» Ces machines pouvaient respectivement déterminer, en outre, l'avancement même du chariot qui les portait, la disposition générale imitant en cela le procédé de labourage à vapeur dans le système à double machine routière, cheminant sur les bords opposés d'une pièce de terre.

» Il n'y a pas lieu d'examiner en ce moment si ce procédé est destiné à quelque succès pratique, et nous devons nous borner à constater ce fait que le mode de transformation adopté permet de transmettre par un fil électrique la puissance effective de trois chevaux-vapeur. C'est là un résultat d'une certaine importance qui devait être signalé à l'Académie.

» En toute autre circonstance, nous pourrions peut-être hasarder une appréciation sur le rendement de ce mode de transmission; mais, jusqu'à ce que nous ayons exactement mesuré le travail dépensé et le travail réellement transmis, ce que nous nous proposons de faire à bref délai au Conservatoire des Arts et Métiers, nous devons ici nous borner à dire que ce rendement sera certainement comparable à celui d'autres modes de transmission employés dans des cas spéciaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tremblements de terre qui ont eu lieu en Orient du* VIIe *au* XVIIe *siècle*. Note de **M. J.-D. Tholozan**, lue par M. Larrey.

« Ayant recueilli cent onze observations de tremblements de terre relatés dans les Ouvrages des principaux historiens arabes et persans, j'ai pensé qu'il pouvait être utile de réunir ces faits épars. Ils feront suite à ceux qui ont déjà été rassemblés sur l'histoire chronologique des tremblements de terre, et ils donneront la mesure de leur fréquence et de leur mode de distribution géographique en Orient pendant dix siècles.

» Dans le VIIe et le VIIIe siècle, les annales musulmanes ne citent que 3 tremblements de terre; dans le IXe siècle, on en compte 15, dans le Xe et le XIe siècle 17, dans le XIIe siècle 18, dans le XIIIe 16, dans le XIVe et dans le XVe siècle 7, dans le XVIe 6, et dans le commencement du XVIIe siècle 1 seul.

» La principale période d'activité de ces phénomènes terrestres paraît commencer en 796-797 et se termine en 1574. La plupart des faits que nous avons relevés se rapportent à des tremblements de terre intenses et considérables. Dans la plupart des cas, des maisons ont été détruites; quelquefois on a vu des villes entières complétement ruinées. Ailleurs, des villages ont été ensevelis sous terre; souvent beaucoup d'habitants ont péri. Le grand tremblement de terre du Khorassan, en 644, dura soixante-dix jours et détruisit un grand nombre de villes. Il en fut de même de celui de Syrie, qui, en 712, dura quarante jours. L'année 716 fut remarquable par la durée du phénomène et sa généralisation en Asie, en Afrique, en Europe. L'année 818 vit, pendant soixante-dix jours, se répéter des secousses du sol qui s'étendirent du Khorassan au Turkestan. En 855-856, la ville de Rhéi eut à souffrir pendant quarante jours d'un grand tremblement de terre. L'année suivante voit les mêmes faits se répéter et s'étendre au Khorassan, au Mazendéran, en Égypte, en Arabie. En 856-857, dans l'Yémen, une grande montagne qui portait plusieurs villages et des cultures se déplaça et une autre montagne, habitée aussi, parut occuper la place de la première. En 858-859, la ville de Tauris fut entièrement détruite, et, l'année suivante, les tremblements de terre furent très-forts en Syrie, à la Mecque et en Afrique. En 881-882, à Alexandrie, la mer se souleva et jeta à la côte les navires; du côté d'Acre, la mer se retira loin du rivage et puis s'y précipita de nouveau; le Nil déborda et jeta dans les terres les barques attachées à ses bords. Dans les années de 956 à 959, on observa des se-

cousses du sol à Hamadan, Helwan, le Djébâl, Bagdad, l'Yémen, Astérabad, Cachan et Rhéi; dans les deux dernières villes, elles durèrent quarante jours consécutifs.

» En 1042-1043, Tauris éprouva encore un fort tremblement de terre. En 1068, c'est le tour de l'Égypte, de l'Arabie, de la Palestine, du Djébâl, du Khorassan. En 1138, la Syrie et la Mésopotamie sont, pendant quinze jours, soumises à des secousses du sol effrayantes. En 1201, les tremblements de terre furent un véritable fléau pour la Syrie. En 1203-1204, les tremblements de terre s'étendirent de la Mésopotamie jusqu'à Tanger. En 1226, pendant trente à quarante jours, la Perse, la Mésopotamie, l'Arabie sont exposées à ce fléau. En 1303, effroyable tremblement de terre en Égypte et en Syrie; il dura vingt jours à Hamat. En 1314-1315, grand tremblement de terre à Tauris. En 1403-1404, grand tremblement de terre à Alep, suivi de secousses légères pendant plusieurs jours consécutifs. En 1429-1430, tremblement de terre en Espagne et à Hamadan; en Mésopotamie, une ville fut engloutie dans le sol. En 1481, il y eut en Égypte un tremblement de terre effrayant. En 1505, grand tremblement de terre à Caboul pendant quarante-cinq jours; la plupart des maisons s'écroulèrent; il y eut trente-trois secousses en un jour.

» Les phénomènes météorologiques qui accompagnent souvent les tremblements de terre ont été quelquefois relatés avec une remarquable précision par les écrivains orientaux. En 840-841, il y eut à Ahvaz, dans le Khouzistan, un grand tremblement de terre qui dura cinq jours et qui fut accompagné d'un vent très-fort. En 893-894, à Débit, dans la petite Arménie, dès le matin le Soleil se voila; cette obscurité dura jusque dans l'après-midi, où souffla un vent noir qui dura jusqu'au premier tiers de la nuit; alors seulement eut lieu l'agitation du sol. Nous savons, d'après Maçoudi, qu'en 911 il y eut pendant le tremblement de terre de Bagdad un vent très-fort. En 1178, à Bagdad, il souffla d'abord un vent très-fort, puis la terre trembla. Makrizi relate qu'en 1203, pendant le tremblement de terre de l'Égypte, des vents impétueux s'élevèrent. En 1505, au début du tremblement de terre de Caboul, il s'éleva un tourbillon de vent.

» Les bruits qui accompagnent souvent ou précèdent l'agitation du sol ont été aussi maintes fois constatés. En 859-860, avant le tremblement de terre d'Antioche, des bruits effrayants se firent entendre. En 871-872, un bruit formidable se fit entendre à Séiméré, et il se répéta une seconde fois le même jour. En 880-881, en Afrique et en Andalousie, avant le tremblement de terre, on entendit un bruit formidable. En 1256-1257, à Médine, on

entendit des bruits effrayants cinq jours avant le tremblement de terre; ils ne cessèrent ni jour ni nuit. En 1287, en Égypte, le tremblement de terre fut accompagne d'un bruit violent.

» Quant aux météores lumineux, en 881-882, pendant le grand tremblement de terre de Bagdad, on aperçut quatre grands éclairs. En 956-957, un édifice de la ville d'Hamadan fut détruit par le feu du ciel. Pendant le grand tremblement de terre de Tauris, en 1314-1315, on remarqua aussi des éclairs. En 1483, à Médine, la foudre tomba sur la mosquée de Mahomet et l'incendia pendant le tremblement de terre.

» Il nous reste à donner une idée de la fréquence des tremblements de terre dans les différentes contrées dont il est question, d'après les Ouvrages que nous avons consultés. La Perse a éprouvé cinquante-deux fois des tremblements de terre pendant ce laps de temps de dix siècles, trente et une fois seule et vingt et une fois en même temps que la Syrie, la Mésopotamie, l'Égypte, le Turkestan, etc. Les provinces de la Perse le plus fréquemment atteintes sont l'Irak, dix fois, et le Khorassan, neuf fois. Après la Perse, vient le tour de la Mésopotamie, vingt-trois fois atteinte; sept fois elle fut seule attaquée, et seize fois de concert avec la Syrie, la Perse, l'Arabie, l'Égypte, etc. Dix-huit fois l'Égypte fut atteinte seule, et neuf autres fois avec la Syrie, la Mésopotamie, le Magreb, l'Arabie, etc. Quant à la Syrie, elle ne fut atteinte isolément que neuf fois, et dix-sept fois avec d'autres contrées.

» Les phénomènes dont je viens de parler n'ont pas été enregistrés d'une manière bien régulière par les historiens. Ceux des différents siècles n'ont pas apporté, sans doute, la même attention à la recherche de certains faits, et les sources d'information ont dû d'ailleurs varier beaucoup en précision suivant les pays et les époques. On ne peut donc pas tirer des conséquences bien exactes, au point de vue de la fréquence absolue ou relative des tremblements de terre, des faits que j'ai rassemblés. Ils permettent pourtant, il me semble, de rectifier deux assertions qui ont été émises. La première est celle de Von Hoff, qui dit avoir remarqué que, du commencement du XIII[e] à la dernière moitié du XVII[e] siècle, il y eut une cessation presque complète des tremblements de terre en Syrie et en Judée. Cela peut être vrai pour le XV[e] et le XVI[e] siècle, mais non à propos du XIII[e] ni du XIV[e]. En effet, à ces époques nous avons noté les années suivantes, caractérisées par des tremblements de terre : 1201, 1203, 1274, 1292, 1303, 1343, 1404. Dans les siècles antérieurs, nous avons signalé les années 1173, 1170, 1157, 1152, 1138, 1137, 1114, 1095, 1091, 1087,

1068, 1063, 1033, 1030, 991, 880, 860, 713, 641, 637. Cela donne, pour la période de deux cents ans qui précède immédiatement le XIIIe siècle, quatorze tremblements de terre; tandis que dans le XIIIe et le XIVe siècle on en compte sept. Il n'y eut donc pas cessation presque complète des tremblements de terre en Syrie et en Judée à cette époque; ces phénomènes furent seulement deux fois moins fréquents. La seconde assertion est celle des géologues qui pensent, avec le célèbre orientaliste Quatremère, que la portion nord-est de l'Afrique, y compris l'Égypte, a été presque toujours exempte de tremblements de terre. Or, quant à l'Égypte, nous avons enregistré vingt-sept tremblements de terre en sept siècles, dans les années suivantes, 796, 856, 860, 885, 912, 952, 956, 996, 1030, 1034, 1068, 1069, 1201, 1204, 1212, 1259, 1287, 1294, 1303, 1344, 1373, 1385, 1386, 1422, 1425, 1435, 1482, ce qui donne environ quatre tremblements de terre par siècle. »

M. DE LA GOURNERIE fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : « Essai sur le principe des tarifs dans l'exploitation des chemins de fer. » Ce travail, extrait de la *Revue générale des chemins de fer* (mars 1879), avait été primitivement publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* (février 1879).

M. L. LALANNE fait hommage à l'Académie d'une Brochure intitulée : « De l'emploi de la Géométrie pour résoudre certaines questions de moyennes et de probabilités ». (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées,* mars et avril 1879). Un très-court résumé de ce Mémoire avait été inséré aux *Comptes rendus* de la séance du 26 août 1878.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section d'Astronomie, en remplacement de feu le P. *Secchi*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Gyldén obtient.	25	suffrages.
M. Warren de la Rue	16	»
M. Dubois	2	»
M. Auwers	1	»

M. GYLDÉN, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **François-Franck** adresse à l'Académie, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Recherches anatomiques et physiologiques sur la portion cervico-thoracique et céphalique du système du grand sympathique. Ire Partie : Innervation de l'iris. IIe Partie : Innervation des vaisseaux de la tête. IIIe Partie : Innervation du cœur. »

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. E. **Delaurier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur l'utilisation de la chaleur perdue dans les machines frigorifiques » et un Mémoire intitulé : « Étude sur la projection de la vapeur comme force motrice et sur les causes qui en ont empêché l'application ».

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

M. R. **Jacquemier** adresse, pour le Concours du prix Plumey, une Brochure intitulée : « Le cinémomètre » et un Rapport manuscrit intitulé : « Rapport sur les expériences comparatives du cinémomètre de M. Jacquemier et du compteur électrique de M. Ponti ».

(Renvoi au Concours du prix Plumey.)

M. O. **Hallauer** adresse, pour le Concours du prix Plumey, plusieurs Brochures imprimées et un Mémoire manuscrit intitulé : « Mémoire sur l'ensemble des conséquences pratiques directes auxquelles conduit l'analyse expérimentale, vérifiée de vingt essais exécutés sur différents systèmes de moteurs à vapeur; leur application aux machines marines ».

(Renvoi au Concours du prix Plumey.)

M. **Rambosson** prie l'Académie d'admettre au Concours du prix Plumey un Mémoire qu'il a déposé le 14 avril et qui porte pour titre : « Propagation des affections et des phénomènes nerveux expressifs par la transmission et la transformation du mouvement ».

Le même auteur adresse en outre, pour le Concours du prix Plumey, deux Mémoires intitulés : « Spécification des diverses influences de la Musique

sur le physique et sur le moral; et « Spécification des diverses influences des aliments sur le physique et sur le moral ».

(Renvoi au Concours du prix Plumey.)

M. T. Bonnotte adresse, pour le Concours des Arts insalubres, une « Note explicative concernant deux produits ayant pour objet de prévenir les dépôts dans les chaudières et de remédier aux fuites ». Cette Note est accompagnée de deux boîtes d'échantillons.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

M. Pizieux adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la chaire de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle, devenue vacante par suite du décès de M. *Cl. Bernard*.

(Renvoi aux Sections d'Anatomie et Zoologie et de Médecine et Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une Brochure de M. *A. Gaudry*, portant pour titre : « Les reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun ». (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

M. J. Schmidt adresse ses remercîments à l'Académie pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les caractéristiques des fonctions* Θ. Note de M. C. Jordan.

« 5. Problème IV. — *Trouver les systèmes complets tels* : 1° *que la somme des exposants d'échange mutuels de trois quelconques de leurs symboles soit* $\equiv 1 \pmod{2}$; 2° *que ces symboles aient tous un même caractère* σ.

» Si les systèmes cherchés sont de la forme (5), ils se termineront :

» 1° Par trois termes $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} \begin{cases} a_n, \\ b_n, \\ a_n b_n, \end{cases}$ si $n \equiv \sigma$, $\rho \equiv 1$;

» 2° Par deux termes $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} \begin{cases} a_n, \\ b_n, \end{cases}$ si $n \equiv \sigma + 1$, $\rho \equiv 0$;

» 3° Par un terme $a_1 b_1 \ldots a_{n-1} b_{n-1} a_n$, si $n \equiv \sigma + 1$, $\rho \equiv 1$;

» 4° Ou enfin par trois termes $a_1 b_1 \ldots a_{n-2} b_{n-2} \begin{cases} a_{n-1}, \\ b_{n-1}, \\ a_{n-1} b_{n-1}, \end{cases}$ si $n \equiv \sigma + 1$, $\rho \equiv 0$.

» Dans le cas contraire, ils seront de la forme

$$(6) \qquad {}^{a_1}_{b_1} a_1 b_1 \begin{cases} a_2, \\ b_2, \end{cases} \ldots,$$

$$(7) \qquad {}^{c_1}_{d_1} c_1 d_1 \begin{cases} c_2, \\ d_2, \end{cases} \ldots,$$

a_1, b_1, ..., c_1, d_1, ... satisfaisant aux mêmes relations que dans le problème II, et en outre aux suivantes :

$$[a_\mu] \equiv [b_\mu] \equiv [c_\mu] \equiv [d_\mu] \equiv \sigma + \mu - 1 \ (\text{mod. } 2).$$

» La série (6) pourra se terminer par un groupe de trois termes

$$a_1 b_1 \ldots a_{i-1} b_{i-1} \begin{cases} a_i \\ b_i \\ a_i b_i \end{cases}$$

avec la condition $i \equiv \sigma$ (mod. 2). Dans ce cas, la série (7) devra se terminer

» Ou par trois termes $c_1 d_1 \ldots c_{k-1} d_{k-1} \begin{cases} c_k \\ d_k \\ c_k d_k \end{cases}$ avec les conditions $k \equiv \sigma$, $i + k < n$;

Ou par trois termes $c_1 d_1 \ldots c_{n-i-1} d_{n-i-1} \begin{cases} c_{n-i} \\ d_{n-i} \\ c_{n-i} d_{n-i}, \end{cases}$ si $n \equiv 0$, $\rho' \equiv 0$, ρ' désignant l'expression

$$R + n\sigma + \frac{(i-1)(i-2)}{2} + \frac{(k-1)(k-2)}{2};$$

» Ou par deux termes $c_1 d_1 \ldots \begin{cases} c_{n-i} \\ d_{n-i} \end{cases}$, si $n \equiv 1$, $\rho' \equiv 1$;

» Ou enfin par un terme $c_1 d_1 \ldots c_{n-i}$, si $n \equiv 0$, $\rho' \equiv 1$.

» Les séries (6) et (7) pourront encore se terminer respectivement par $a_1 b_1 \ldots \left\{ \begin{matrix} a_i \\ b_i \end{matrix} \right.$ et $c_1 d_1 \ldots \left\{ \begin{matrix} c_{n-i} \\ d_{n-i} \end{matrix} \right.$, si l'on a $i \equiv \sigma + 1$, $n \equiv 0$, $\rho' \equiv 0$.

» Enfin, elles pourront se terminer respectivement par

$$a_1 b_1 \ldots a_{i-1} b_{i-1} a_i, \quad c_1 d_1 \ldots c_{k-1} d_{k-1} a_i$$

avec les conditions $i + k \overline{\gtrless} n + 1$, $i \equiv k$, $[a_i] \equiv \sigma + i - 1$.

» On ne pourrait satisfaire à cette dernière condition, si l'on avait simultanément

$$i + k = n + 1, \quad i \equiv \sigma + 1, \quad \rho' \equiv 1.$$

Ce cas doit donc être exclu.

» 6. Considérons comme équivalents deux systèmes satisfaisant aux conditions du problème IV lorsqu'ils peuvent être transformés l'un dans l'autre par les substitutions qui permutent entre eux les symboles, sans altérer leurs caractères ni la somme de leurs exposants d'échange trois à trois. On voit aisément que, si $\sigma \equiv 1$, tout système de la forme (6, 7) est équivalent à un système analogue où la série (7) se réduit aux trois termes $c_1, d_1, c_1 d_1$, et que, si $\sigma \equiv 0$, il est équivalent à un système analogue, où la série (7) a cinq termes

$$\begin{matrix} c_1 \\ d_1 \end{matrix} c_1 d_1 \left\{ \begin{matrix} c_2 \\ d_2 \\ c_2 d_2. \end{matrix} \right.$$

» Cependant, si $\sigma \equiv 0$, le système $\left\{ \begin{matrix} a_1 \\ b_1 \end{matrix} a_1 b_1 a_2, \begin{matrix} c_1 \\ d_1 \end{matrix} c_1 d_1 a_2 \right.$ fera exception à la règle précédente. Il en sera de même du système $\begin{matrix} a_1 c_1 \\ b_1 d_1 \end{matrix}$, s'il est complet, ce qui n'aura lieu que si $n \equiv 0$, $R \equiv 0$.

» Les systèmes qui restent après cette réduction ne peuvent être équivalents.

» 7. Problème V. — *Trouver les systèmes complets tels que les exposants d'échange mutuels de deux quelconques de leurs symboles soient nuls.*

» Les symboles de ces systèmes auront pour forme générale $a_1^{\alpha_1} a_2^{\alpha_2} \ldots a_n^{\alpha_n}$ avec la condition $[a_\mu, a_\nu] \equiv 0$.

» 8. Problème VI. — *Trouver les systèmes complets satisfaisant à la condition précédente et tels que leurs symboles aient un même caractère σ.*

Si $\sigma \equiv 0$, $R \equiv 0$, ces systèmes auront la forme précédente, avec la condition $[a_\mu] \equiv \sigma$.

» Si $\sigma \equiv 0$, $R \equiv 1$, $[a_n]$ ne pouvant être égal à σ, le système se réduira aux symboles $a_1^{\alpha_1} \ldots a_{n-1}^{\alpha_{n-1}}$.

» Si $\sigma \equiv 1$, le système sera formé de celles des substitutions $a_1^{\alpha_1} \ldots a_n^{\alpha_n}$, où $\alpha_1 + \ldots + \alpha_n \equiv 1$, $a_1, \ldots, a_n$ ayant le caractère 1.

» 9. PROBLÈME VII. — *Trouver les systèmes complets tels que la somme des exposants d'échange mutuels de trois quelconques de leurs symboles soit nulle.*

» Ces systèmes seront formés des symboles suivants :

$$a_1 a_2^{\alpha_2} \ldots a_n^{\alpha_n} \quad \text{et} \quad b_1 a_2^{\alpha_2} \ldots a_n^{\alpha_n},$$

avec les conditions $[a_1, b_1] \equiv 1$, $[a_\mu, b_1] \equiv 0$, $[a_\mu, a_\nu] \equiv 0$.

» PROBLÈME VIII. — *Trouver les systèmes complets satisfaisant à la condition précédente, et tels que leurs symboles aient un même caractère* σ.

» Si $R \equiv \sigma$, ces systèmes auront la forme précédente, avec les conditions

$$[a_1] \equiv [b_1] \equiv \sigma, \quad [a_2] \equiv \ldots \equiv [a_n] \equiv 0.$$

» Si $R \equiv \sigma + 1$, $[a_n]$ ne pouvant être égal à 0, le système ne contiendra que les symboles

$$a_1 a_2^{\alpha_2} \ldots a_{n-1}^{\alpha_{n-1}} \quad \text{et} \quad b_1 a_2^{\alpha_2} \ldots a_{n-1}^{\alpha_{n-1}}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle représentation des quantités imaginaires.* Note de M. **DUPORT**, présentée par M. Bouquet.

« On a donné jusqu'ici bien des modes de représentation géométrique des quantités imaginaires. En voici un qui me paraît nouveau et digne d'intérêt.

» 1. *Représentation du point.* — Soient x et y les coordonnées d'un point d'un plan relativement à deux axes fixes. Donnons à x et à y des valeurs imaginaires. L'ensemble de ces deux symboles imaginaires est ce qu'on appelle, par analogie au cas où x et y sont réels, un *point imaginaire*. Un point imaginaire dépendant de quatre paramètres arbitraires pourra être représenté par tout élément géométrique dépendant aussi de quatre paramètres arbitraires et en particulier par une droite de l'espace.

» Par le point $(x = \alpha + p\sqrt{-1}, y = \beta + q\sqrt{-1})$, menons les deux droites qui ont pour coefficients angulaires $+\sqrt{-1}$ et $-\sqrt{-1}$. Soient A et A' les points réels de ces deux droites. En A élevons une perpendiculaire au plan des xy jusqu'à la rencontre en B avec le plan $z = +1$; en A' élevons une perpendiculaire au plan des xy jusqu'à la rencontre en B' avec le plan $z = -1$. Nous prendrons la droite BB' dont les équations sont

$$x = \alpha - qz,$$
$$y = \beta + pz,$$

pour représenter le point donné.

» Cette droite perce le plan des xy au point qui a pour coordonnées α et β. Un point réel est représenté par la perpendiculaire élevée au point du plan qui représente en coordonnées ordinaires ce point réel. Deux points conjugués sont représentés par deux droites symétriques par rapport au plan des xy.

» 2. *Représentation d'une courbe.* — Soit une équation $f(x, y) = 0$; remplaçons x par $\alpha + p\sqrt{-1}$, y par $\beta + q\sqrt{-1}$, et séparons les parties réelles et les parties imaginaires; on a ainsi deux équations

$$F(\alpha, \beta, p, q) = 0,$$
$$\Phi(\alpha, \beta, p, q) = 0.$$

Si maintenant on regarde α, β, p, q comme les paramètres de la droite $(x = \alpha - qz, y = \beta + pz)$, ces deux équations définissent une congruence de droites ou un système de rayons rectilignes dépendant de deux paramètres arbitraires.

» Une droite sera donc représentée par une congruence linéaire. Les deux directrices de cette congruence sont deux droites toujours réelles, rectangulaires, parallèles au plan des xy et à des distances dont le produit est $+1$. Il n'y a exception que pour une droite dont le coefficient angulaire est $\pm\sqrt{-1}$, qui est représentée par un point du plan $z = \pm 1$. Au moyen de ces deux directrices on arrive à une représentation simple des symboles algébriques qui expriment la distance de deux points, l'angle de deux droites, etc.

» Nous venons de voir qu'en général les points d'une courbe sont représentés par les droites d'une congruence. On sait que toutes ces droites sont les tangentes doubles d'une surface à deux nappes. Dans le cas qui nous occupe, ces surfaces jouissent des propriétés suivantes :

» Les deux points de contact d'une tangente double sont à des distances du plan des xy dont le produit est $+1$, et les plans tangents à la surface en ces deux points coupent le plan des xy suivant deux droites rectangulaires. On voit donc que les traces de ces deux plans tangents sur les plans horizontaux passant par leurs points de contact peuvent être regardées comme les directrices d'une droite imaginaire. Cette droite est la tangente à la courbe au point considéré. L'une des nappes de cette surface ne se réduit à une courbe que dans le cas du cercle à rayon réel. Les deux nappes ne se réduisent à deux courbes que pour la droite imaginaire.

» On arrive aussi à des résultats simples pour la représentation du rayon de courbure et de l'arc d'une courbe.

» 3. *Représentation des coniques.* — Une conique est représentée par l'intersection de deux complexes du second ordre, ayant pour caractéristiques des coniques dont le plan est parallèle au plan des xy.

» La surface à deux nappes correspondante offre comme propriétés les plus saillantes que ses sections par des plans parallèles au plan des xy sont des courbes à centre, de quatrième classe, ayant huit asymptotes deux à deux parallèles et toujours imaginaires. Il n'y a exception que pour quatre plans. La section par un de ces quatre plans présente une asymptote réelle quadruple et quatre asymptotes imaginaires deux à deux parallèles.

» Dans le cas de la parabole, elles sont de troisième classe et ont deux asymptotes imaginaires à l'infini. Il n'y a exception que pour deux plans, qui offrent une asymptote double réelle à l'infini. Enfin, dans le cas du cercle, cette surface se compose d'un ellipsoïde et d'un hyperboloïde ayant deux ombilics réels communs dans les plans $z = \pm 1$.

» 4. La représentation des symboles imaginaires par des figures géométriques donne, pour chaque théorème de Géométrie plane relatif à une figure réelle, deux théorèmes correspondants relatifs aux figures de l'espace qui représentent ces symboles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle démonstration de la loi de réciprocité, dans la théorie des résidus quadratiques.* Note de M. E. SCHÉRING, présentée par M. Hermite.

« Désignons respectivement par

$$\mathrm{Nom}_{\mu,\nu}\mathrm{Pos.}\,\varphi(\mu,\nu),\quad \mathrm{Nom}_{\mu,\nu}\mathrm{Nég.}\,\varphi(\mu,\nu)$$

le nombre des valeurs positives et le nombre des valeurs négatives de la fonction $\varphi(\mu, \nu)$ quand les variables μ et ν prennent des valeurs données. Selon le théorème de Gauss [*Theorematis arithmetici demonstratio nova*; Göttingue, 1808 (*Œuvres de Gauss*, t. II, p. 4)], pour un nombre premier impair m, un nombre n non divisible par m est résidu ou non résidu quadratique, suivant que les fractions en valeur absolue les plus petites contenues dans les $\frac{m-1}{2}$ nombres

$$\frac{1.n}{m},\quad \frac{2.n}{m},\quad \frac{3.n}{m},\quad \ldots,\quad \frac{\frac{m-1}{2}n}{n}$$

comprennent un nombre pair ou impair de valeurs négatives. En désignant

par Fr. Abs. (x) la fraction en valeur absolue la plus petite contenue dans x, c'est-à-dire, la différence entre x supposé réel et positif et le nombre entier qui en approche le plus par excès ou par défaut, on a, pour le symbole de Legendre,

$$\text{(I)}\qquad \left(\frac{n}{m}\right) = (-1)^{\text{Nom}_\mu \text{Nég. Fr. Abs.} \frac{n\mu}{m}}$$

ou

$$\text{(II)}\qquad \mu = 1, 2, 3, \ldots, \frac{m-1}{2}.$$

» On voit immédiatement que, si x n'est pas la moitié d'un nombre entier et si ν parcourt la série $\nu = 1, 2, 3, \ldots, \infty$, on a pour

$$\text{Nom}_\nu \text{Pos.}\left(x + \frac{1}{2} - \nu\right) - \text{Nom}_\nu \text{Pos.}(x - \nu)$$

la valeur zéro ou l'unité positive, selon que Fr. Abs. (x) est positive ou négative; par conséquent,

$$\text{(III)}\qquad \begin{cases} \text{Nom}_\mu \text{Nég. Fr. Abs.} \frac{n\mu}{m} \\ \quad = \text{Nom}_{\mu,\nu} \text{Pos.}\left(\frac{n\mu}{m} + \frac{1}{2} - \nu\right) - \text{Nom}_{\mu,\nu} \text{Pos.}\left(\frac{n\mu}{m} - \nu\right). \end{cases}$$

» Les fonctions $\frac{n\mu}{m} + \frac{1}{2} - \nu$ et $\frac{n\mu}{m} - \nu$ deviennent négatives pour $\mu \leqq \frac{m-1}{2}$ et $\nu \geqq \frac{n+1}{2}$; ainsi, quand le nombre n est impair, on a, dans l'équation (III), seulement les valeurs

$$\text{(IV)}\qquad \mu = 1, 2, 3, \ldots, \frac{m-1}{2}, \quad \nu = 1, 2, 3, \ldots, \frac{n-1}{2}.$$

» En posant $\nu = \frac{n-1}{2} - \nu'$, on a pour ν' les mêmes valeurs que pour ν, prises seulement dans l'ordre inverse. Si l'on effectue cette substitution dans le premier terme du second membre de l'équation (III), si l'on introduit ensuite ν au lieu de ν', et qu'on divise par un nombre positif les fonctions dont le nombre des valeurs positives est à compter, on obtient facilement

$$\text{(V)}\qquad \begin{cases} \text{Nom}_\mu \text{Nég. Fr. Abs.} \frac{n\mu}{m} \\ \quad = \text{Nom}_{\mu,\nu} \text{Pos.}\left(\frac{\mu}{m} + \frac{\nu}{n} - \frac{1}{2}\right) - \text{Nom}_{\mu,\nu} \text{Pos.}\left(\frac{\mu}{m} - \frac{\nu}{n}\right), \end{cases}$$

où μ et ν prennent les valeurs indiquées dans l'équation (IV).

» Par la permutation de m et n, l'équation précédente devient

$$\text{(VI)}\quad \left\{\begin{aligned}&\text{Nom}_\nu\,\text{Nég. Fr. Abs.}\,\frac{m\nu}{n}\\ &\quad=\text{Nom}_{\mu,\nu}\text{Pos.}\left(\frac{\mu}{m}+\frac{\nu}{n}-\frac{1}{2}\right)-\text{Nom}_{\mu,\nu}\text{Pos.}\left(\frac{\nu}{n}-\frac{\mu}{m}\right)\end{aligned}\right.$$

pour les mêmes valeurs, indiquées dans (IV), de μ et ν.

» Chacune de ces $\frac{m-1}{2}\,\frac{n-1}{2}$ combinaisons des valeurs de μ et ν donne, pour une seule des fonctions $\frac{\mu}{m}-\frac{\nu}{n}$ et $\frac{\nu}{n}-\frac{\mu}{m}$, une valeur positive; on a donc

$$\text{(VII)}\qquad \text{Nom}_{\mu,\nu}\text{Pos.}\left(\frac{\mu}{m}-\frac{\nu}{n}\right)+\text{Nom}_{\mu,\nu}\text{Pos.}\left(\frac{\nu}{n}-\frac{\mu}{m}\right)=\frac{m-1}{2}\,\frac{n-1}{2}.$$

» L'addition des équations (V) et (VI) donne ensuite l'équation finale

$$\text{(VIII)}\quad \left\{\begin{aligned}&\text{Nom}_\mu\text{Nég. Fr. Abs.}\,\frac{n\mu}{m}+\text{Nom}_\nu\text{Nég. Fr. Abs.}\,\frac{m\nu}{n}\\ &\quad=2\,\text{Nom}_{\mu,\nu}\text{Pos.}\left(\frac{\mu}{m}+\frac{\nu}{n}-\frac{1}{2}\right)-\frac{m-1}{2}\,\frac{n-1}{2}.\end{aligned}\right.$$

» Cette équation contient la loi de réciprocité pour les résidus quadratiques, si l'on a égard à l'équation (I), et celle qui en résulte par la permutation de m et n quand n, ainsi que m, est un nombre premier positif impair. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement de* $\cot x$. Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite par M. **Le Paige**.

« Dans une courte Note publiée dans le Tome III de la *Nouvelle Correspondance mathématique,* je pars de l'équation aux différences finies

$$(1)\qquad \frac{2p+1}{2}P_{2p}=P_2P_{2p-2}+P_4P_{2p-4}+\ldots+P_{2p-2}P_2,$$

un peu plus simple que la relation donnée par M. D. André, et je l'intègre en cherchant la fonction génératrice des quantités $P_2, P_4, \ldots, P_{2p}$.

» En posant

$$(2)\qquad Z=P_2+P_4x^2+P_6x^4+\ldots$$

et profitant de l'équation (1), j'en déduis l'équation différentielle

$$\frac{du}{dx_1} = -3P_2 x_1^{-4} - 2u^2,$$

où

$$x_1 = \frac{1}{x}, \quad u = Zx^3.$$

» C'est l'équation de Riccati, qui a pour intégrale, dans ce cas,

$$u = x^3 Z = \tfrac{1}{2}x + \sqrt{\frac{3P_2}{2}}\, x^2 \operatorname{tang}(C + x\sqrt{6P_2}).$$

» Si l'on prend pour condition initiale $P_2 = \frac{\pi^2}{6}$, on trouve

$$Z = \frac{1}{2x^2}(1 - x\sqrt{6P_2}\cot x\sqrt{6P_2}),$$

d'où

$$(x\sqrt{6P_2})\cot(x\sqrt{6P_2}) = 1 - 2P_2x^2 - 2P_4x^4 - \ldots.$$

» Afin de poursuivre l'intégration de l'équation et de donner l'interprétation des fonctions P, je compare, il est vrai, le développement de $x \cot x$ obtenu en partant de l'équation aux différences avec le développement connu, ce qui permet de montrer aisément que les fonctions P sont les sommes des séries $\mathop{S}\limits_{1}^{\infty} \frac{1}{x^{2p}}$. Cependant, il est visible que le procédé que j'ai employé conduit au développement de $x \cot x$, et par suite des autres fonctions, indépendamment de tout autre développement, et revient, en cela, à la méthode de M. D. André.

» Je ferai une autre remarque au sujet de l'équation aux différences finies dont je viens de rappeler l'intégration.

» A cause de la relation

$$P_{2n} = \pm \frac{1}{2} \frac{B_{2n-1}}{2n!} (24P_2)^n,$$

la formule (1) permet de substituer au calcul des nombres de Bernoulli le calcul de fonctions données par une série récurrente dont tous les coefficients du second membre sont égaux à l'unité.

» Dans un beau travail sur les nombres de Bernoulli, publié tout récemment dans les *Annales de l'École Normale supérieure* (t. VIII, p. 55 et suiv.), M. Gohierre de Longchamps croyait devoir faire remarquer que, « dans » toutes les formules données jusqu'ici », les coefficients des séries employées pour le calcul de B_{2p-1} sont des fonctions de p.

» Je ferai observer à ce propos que, dans une Note antérieure à celle que je viens de citer, je donne la formule

$$\frac{m+n}{mn}\varphi(m+n-1,p)=\Sigma\varphi(m-1,q)\varphi(n-1,s),$$

le signe sommatoire s'étendant à toutes les solutions entières et positives, égales ou inégales, de l'équation

$$q+s=p.$$

» Dans le cas particulier où $m=n=1$, cette relation devient, en changeant p en $2p$,

$$\begin{aligned}(2p+1)\varphi(0,2p)+\varphi(0,2)\varphi(0,2p-2)\\ +\varphi(0,4)\varphi(0,2p-4)+\ldots+\varphi(0,2p-2)\varphi(0,2)=0,\end{aligned}$$

avec la condition

$$\varphi(0,2p)=\frac{B_{2p-1}}{2p!}.$$

» C'est même de cette façon que je démontre la relation entre les nombres de Bernoulli citée par M. Gohierre de Longchamps.

» Ces différentes formules et d'autres analogues ont été données dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. I, p. 43 et suiv.

» Je ne voudrais pas terminer sans reconnaître toute la valeur des recherches de M. André et de M. Gohierre de Longchamps, et sans avouer que leurs Mémoires l'emportent de beaucoup sur mes deux Notes par l'élégance et la simplicité, et en même temps par la valeur des résultats obtenus. »

OPTIQUE. — *Sur la fluorescence des sels des métaux terreux.* Note de M. J.-L. Soret.

« J'ai déjà signalé [1] la belle fluorescence violette que présentent les dissolutions de sulfate et de chlorure de cérium, et qui est caractérisée parce qu'elle est seulement provoquée par les rayons ultra-violets extrêmes de l'étincelle d'induction. Les radiations solaires ne sont pas assez réfrangibles pour la produire. J'ai reconnu depuis qu'un grand nombre de métaux terreux en dissolutions salines jouissent de propriétés analogues.

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, août 1878.

» Pour le reconnaître, on doit placer le liquide dans un vase de quartz sur lequel on concentre avec une lentille de quartz la lumière de l'étincelle d'induction, jaillissant entre des électrodes de cadmium par exemple. En interposant sur le passage des rayons une lame de verre qui intercepte les plus réfrangibles, la fluorescence cesse en général de se manifester. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» *Chlorure et sulfate de cérium :* fluorescence violette très-prononcée. *Azotate de cérium* (qui absorbe les rayons de haute réfrangibilité) : rien. *Sulfate de peroxyde de cérium :* rien.

» *Chlorure de lanthane :* fluorescence bleu clair, plus faible que celle du cérium.

» *Chlorure et sulfate de didyme :* fluorescence bleu foncé, plus faible que celle du cérium. *Azotate de didyme :* presque rien.

» *Chlorure de didyme* extrait de la samarskite et contenant de la terre de M. Lecoq de Boisbaudran : fluorescence bleu verdâtre.

» *Chlorure de terbium :* fluorescence jaune verdâtre très-prononcée.

» *Chlorure d'yttrium :* fluorescence très-légère, couleur indécise.

» *Chlorure d'erbium* plus ou moins mélangé de la terre que j'ai désignée par X : fluorescence jaune qui m'a paru d'autant plus prononcée que la proportion de X est plus grande.

» *Chlorure d'ytterbium :* légère fluorescence bleu indigo.

» *Chlorure de philippium* (échantillon impur préparé par M. Delafontaine) : fluorescence analogue à celle du chlorure de terbium, mais un peu plus verte.

» *Sulfate de thorium :* très-légère fluorescence, couleur indécise.

» *Sulfate et chlorure de zirconium :* Légère fluorescence bleue. Lorsqu'on interpose une lame de verre, la fluorescence ne disparaît pas entièrement; elle devient jaune verdâtre. Cette dernière teinte est également produite par les rayons solaires.

» *Chlorure d'aluminium :* très-légère fluorescence, couleur indécise.

» *Chlorure de glucinium* (échantillon de couleur jaune) : légère fluorescence bleuâtre. »

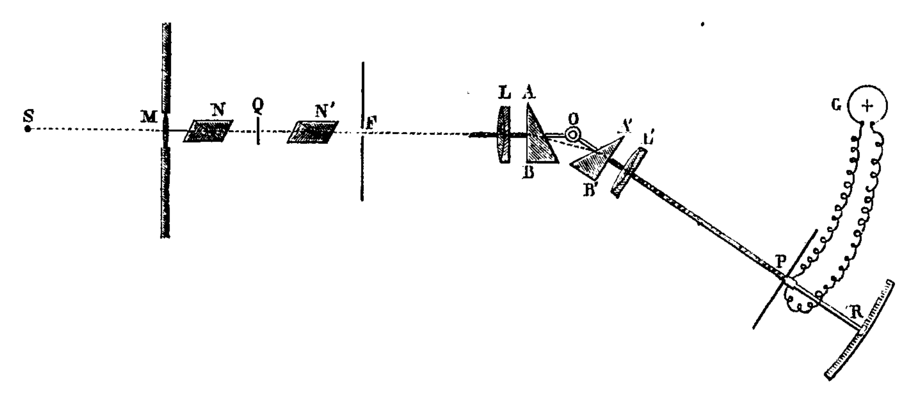
OPTIQUE. — *Sur la détermination des longueurs d'onde calorifique.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Une lame cristalline parallèle étant placée entre deux polariseurs, sa section principale à 45 degrés des sections supposées parallèles des polariseurs, et le tout en avant de la fente d'un spectroscope, si l'on fait traverser le système par un faisceau normal à la lame, le spectre présentera les bandes connues de MM. Fizeau et Foucault en tous les points pour lesquels on a $\frac{e(n'-n)}{\lambda} = \frac{2k+1}{2}$; e est l'épaisseur de la lame, n' et n ses indices par rapport à l'air, correspondant à la longueur d'onde dans l'air λ, et k un nombre entier. Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (12 mai 1879, p. 967), j'ai montré comment on peut, pour une lame de quartz, déter-

miner e et le nombre k correspondant à la dernière bande visible du côté du rouge, par exemple. Il s'ensuit que l'on connaît les nombres $k - 1$, $k - 2$, ... correspondant aux bandes froides successives données par la même lame dans le spectre infra-rouge. Cela posé, faisons le prisme du spectroscope en quartz, son arête réfringente étant parallèle à l'axe du cristal; suivant que l'on placera les sections principales des polariseurs parallèles ou perpendiculaires à cette arête, on aura le spectre extraordinaire ou le spectre ordinaire. Que dans l'un et l'autre cas on puisse mesurer avec une précision connue l'indice des radiations frappant la pile celle-ci étant amenée sur une bande froide, dans le cas du spectre ordinaire on aura le nombre n, et sur la bande de même ordre, dans le cas du spectre extraordinaire, le nombre n'. Ainsi, sans aucune extrapolation, tout, excepté λ, sera connu dans l'égalité $\frac{e(n'-n)}{\lambda} = \frac{2k+1}{2}$.

» Tel est le procédé que j'ai employé. C'est, comme on le voit, celui de M. Fizeau (1), débarrassé de l'incertitude résultant de l'ignorance de la loi de dispersion de double réfraction de la lame employée dans les radiations calorifiques. La difficulté de cette méthode est la mesure exacte des indices. Une description sommaire du dispositif expérimental montrera comment je l'ai résolue.

» En S est la source lumineuse et calorifique (lampe Bourbouze), dans la pièce voisine de celle qui contient les appareils; une lentille M encastrée



dans la cloison donne en F l'image de la lampe. Entre M et F (50 centimètres) sont les polariseurs N et N', énormes nicols de 5 centimètres d'ouverture, et la lame Q. En F commence le spectroscope. La fente F et la lentille achromatique L constituent le collimateur; la lentille L' et la pile

(1) *Comptes rendus de la Société philomathique*, 1847.

linéaire P correspondent à la lunette. A et A′ sont deux prismes d'angles réfringents égaux : le premier, A, est fixe; le second, A′, est, avec la lentille L′ et la pile P, monté sur un bras solide tournant autour de O. R est un arc gradué de centre O, donnant la minute. C'est le dispositif de couple dont l'idée appartient à MM. Gouy et Thollon (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 269; t. LXXXVI, p. 329 et 595).

» Je place la fente F au foyer de la lentille L, en même temps que le faisceau cylindrique qui sort de L est rendu normal à la face AB, par le procédé le plus exact connu, à savoir l'image de la fente F, réfléchie sur AB, étant ramenée à coïncider avec cette fente elle-même. La même chose a lieu pour A′, L′ et P. Ici j'ai dû faire en sorte que le corps de la pile pût se séparer de l'écran-fente donnant accès aux radiations; une lampe mise à la place de la pile fournit le faisceau, et, le réglage fini, la pile est replacée. Enfin un brûleur à sodium, mis à la place de la lampe S, donne en P la raie très-nette de la soude; j'amène, par la rotation du bras OP autour de O, cette raie à tomber sur la fente de la pile, et la position du vernier terminant ce bras est notée sur l'arc R.

» Ce système présente les avantages suivants : 1° toute radiation lumineuse ou obscure frappant la pile jouit, par rapport au système de prismes, des propriétés focales du minimum de déviation; 2° on a pu à l'avance, sur un bon goniomètre, déterminer l'angle A des prismes, ainsi que leur indice ν par rapport à la lumière de la soude. La déviation Δ que le système imprime à cette lumière est alors donnée par

$$\sin\left(A + \frac{\Delta}{2}\right) = \nu \sin A,$$

et enfin la radiation qui frappera la ligne médiane de la pile quand le vernier sera sur l'arc R, à une distance δ du sodium (du côté du rouge par exemple), aura un indice n déterminé par la relation

$$\sin\left(A + \frac{\Delta}{2} - \frac{\delta}{2}\right) = n \sin A.$$

Les mesures optiques étant faites à 10 secondes près avec des prismes se tenant entre 30 et 35 degrés, si le pointé calorifique fournit δ à 1 minute près, l'indice n sera déterminé avec quatre chiffres décimaux exacts.

» J'ai employé successivement cinq lames de quartz, choisies de façon que les bandes qu'elles fournissent ne soient ni trop larges ni trop voisines les unes des autres. La position de chaque bande a été déterminée par le pro-

cédé de MM. Fizeau et Foucault, les mesures se faisant par couples : 1° lame parallèle aux polariseurs; 2° lame à 45 degrés, ce qui rend les rapports toujours comparables malgré les variations possibles de la lampe. J'estime la position moyenne de chacune, résultant de dix séries d'observations, exacte à environ 1 minute.

» Le Tableau suivant donne les résultats (μ, millième de millimètre de Fraunhofer) :

Numéros d'ordre des lames.	Leur épaisseur	Ordre de la dernière bande lumineuse.	Ordre des bandes calorifiques pointées.	Valeurs correspondantes de $n'-n$.	Valeurs correspondantes de λ.
1	125^{μ}	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$	0,00900	$0,73^{\mu}$
			$\frac{1}{2}$	0,00870	2,15
2	181	$\frac{5}{2}$	$\frac{3}{2}$	0,00890	1,07
3	247	$\frac{7}{2}$	$\frac{5}{2}$	0,00893	0,88
			$\frac{3}{2}$	0,00880	1,45
4	303,6	$\frac{9}{2}$	$\frac{5}{2}$	0,00886	1,08
			$\frac{3}{2}$	0,00875	1,77
5	616	$\frac{15}{2}$	$\frac{5}{2}$	0,00868	2,14

» On voit que la lame n° 1 a donné toutes les bandes qu'on devait en attendre. S'il n'en est pas de même des autres, on en doit conclure que, vu leur épaisseur, le spectre des radiations traversant le système n'est pas assez étendu pour les fournir.

» *Graduation d'un spectroscope calorifique.* — La courbe ainsi déterminée des valeurs de $n'-n$ du quartz avec λ permet de calculer la longueur d'onde correspondant à une bande d'ordre connu, donnée par une lame de quartz connue. On peut donc, avec quelques plaques de quartz, avoir dans le spectre infra-rouge autant de points qu'on le veut de longueur d'onde connue, et par suite graduer en longueurs d'onde le spectroscope que l'on emploie, quelle qu'en soit d'ailleurs la forme.

» Le travail précédent m'a fourni la loi de dispersion ordinaire et extraordinaire du quartz jusqu'à la longueur d'onde 2,14. J'aurai l'honneur de présenter prochainement sur ce sujet, en l'étendant à quelques autres substances, un second Mémoire à l'Académie. Je me contenterai de dire aujourd'hui que, en ce qui concerne le quartz, ni n, ni n', ni $n'-n$ ne suivent la série de Cauchy.

» Enfin je ferai remarquer que, connaissant la loi de dispersion d'un prisme et ayant mesuré les intensités successives dans le spectre, j'ai par

cela même ce qu'on peut appeler le spectre normal des radiations calorifiques de la source employée, après leur passage à travers une série de substances déterminées. »

ACOUSTIQUE. — *Sur un mode particulier de transmission des sons à distance.* Note de M. C. DECHARME.

« Dans mes recherches sur les formes vibratoires des plateaux de verre, j'ai été conduit à diverses expériences relatives à la transmission des sons à petite distance par un mode particulier qui peut présenter aujourd'hui quelque intérêt d'actualité.

» Après avoir fait vibrer synchroniquement, par communication, deux plateaux à l'unisson, en excitant l'un d'eux avec l'archet, tandis que l'autre était relié au premier par un fil métallique de $0^m,10$ à $0^m,20$ de longueur et de $1^{mm},5$ à 2 millimètres d'épaisseur, j'ai cherché le moyen de faire entendre les sons à une distance plus grande.

» Pour cela, j'ai dû modifier les dispositions expérimentales et recourir au procédé employé par MM. Mercadier et Cornu ([1]) pour transmettre graphiquement les vibrations sonores, lequel consiste à suspendre à des rondelles étroites de caoutchouc le fil de communication, non tendu et long de 4, 6, 8, 10,... mètres; mais, au lieu de faire simplement inscrire, comme ces expérimentateurs, les vibrations synchrones, j'ai voulu transmettre les sons eux-mêmes et les rendre perceptibles à tout un auditoire.

» A cet effet, j'ai mis en communication l'une des extrémités du fil intermédiaire avec le bord du plateau vibrant et l'autre avec un corps capable de résonner facilement. J'ai fait choix, pour cela, d'une *feuille de clinquant* de $0^{mm},07$ à $0^{mm},09$ d'épaisseur, découpée en cercle de $0^m,20$ de diamètre ou prise dans toute sa longueur, $0^m,60$, sur $0^m,20$ de largeur. Cette feuille était soit directement suspendue par son centre ou par un sommet au fil métallique (à l'aide d'un peu de cire à modeler), soit supportée en outre par une de ses extrémités ou par les deux au moyen d'anneaux en caoutchouc.

» En excitant le plateau avec l'archet pour lui faire rendre successivement différents sons, les vibrations se communiquaient au fil, puis à la

---

([1]) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXIII, p. 178 (17 juillet 1871), et *Journal de Physique*, t. I, p. 114 (1872).

feuille de cuivre, qui, vibrant synchroniquement, faisait entendre les mêmes sons que le plateau, à plusieurs mètres de distance et avec une intensité qui égalait souvent celle du son générateur. Quelques harmoniques et surtout le son fondamental étaient rendus stridents. Quand on remplaçait le fil linéaire par un fil en hélice, fer ou cuivre, de 1 millimètre de diamètre, ou mieux par une longue hélice de plus de 1 mètre de tournure de fer (provenant d'une machine à raboter), certains sons se prolongeaient durant quatre ou cinq secondes. Une étroite lanière de clinquant large aux extrémités ou une bandelette de toile métallique produisait également bon effet.

» Substituée au clinquant, une *feuille d'étain* de $0^m,75$ de longueur sur $0^m,16$ de largeur et $0^{mm},07$ d'épaisseur, rattachée au plateau par l'hélice en fer, résonnait presque à tous les sons du plateau et les rendait à la même hauteur avec une grande netteté. Les sons graves étaient très-forts et se prolongeaient dans la feuille presque aussi longtemps que dans le plateau lui-même, c'est-à-dire durant quatre ou cinq secondes. Les sons aigus étaient tremblotants. Cette même feuille, suspendue par son milieu à un gros fil de cuivre entouré de soie, roulé en hélice, fixé au plateau à la cire molle, a donné de très-bons résultats. Le son déterminé dans cette feuille était plus fort que celui du plateau. Des *feuilles de papier épais*, placées dans les mêmes conditions que les feuilles de clinquant ou d'étain, résonnaient à l'unisson avec le plateau pour la plupart des sons produits dans celui-ci; mais ces sons étaient peu durables.

» Je citerai maintenant les résultats de quelques expériences faites avec un *alto*. Une petite lame de laiton, soudée au fil métallique de communication (fil de fer, de laiton ou de cuivre), était introduite sous le chevalet de l'instrument, l'autre extrémité de ce fil étant fixée à la feuille de clinquant avec de la cire molle. Lorsqu'on faisait résonner les cordes de l'alto, la feuille métallique suspendue au fil, long de 6 à 10 mètres, résonnait assez nettement pour certains sons, en petit nombre. L'emploi d'un fil en hélice, et surtout de l'hélice en tournure de fer précédemment citée, était d'un meilleur effet; les sons étaient à la fois plus forts et plus durables qu'avec un fil rectiligne de même longueur.

» J'ai voulu ensuite réaliser la réciproque, c'est-à-dire faire résonner l'alto en le mettant en communication avec un plateau vibrant; l'expérience n'a réussi assez bien qu'en employant l'hélice en tournure de fer. L'instrument résonnait en effet, sinon à l'unisson, du moins en rendant un des harmoniques du son générateur. En se servant d'un plateau en fer-

blanc, dans lequel on pouvait provoquer sans risque des vibrations très-amples, on obtenait, avec un fil de 4 à 5 mètres de longueur et tendu, des sons prolongés dans l'alto, surtout quand les sons de la plaque étaient, par hasard, ceux des cordes de l'instrument (abandonné à lui-même) ou leurs harmoniques, même inférieurs au son le plus grave que pût rendre la grosse corde.

» En résumé : 1° on peut, sans le secours de l'électricité voltaïque ou d'induction, par un procédé purement mécanique, transmettre à la distance de 5, 10,... mètres les différents sons d'une plaque vibrante, d'un diapason ou d'un instrument à cordes, en les mettant en communication avec des feuilles de *clinquant* ou *d'étain*, qui rendent presque tous les sons, et cela, non point par l'emploi de tiges rigides (comme l'a fait M. Peper, en 1855, pour divers instruments dont on jouait simultanément et dont on pouvait entendre à la distance de deux étages les mélodies et les accords), mais en établissant la communication au moyen de fils métalliques non tendus, roulés en hélice et fixés de part et d'autre avec de la cire molle.

» 2° Une feuille de clinquant de $0^{mm},07$ à $0^{mm},1$ d'épaisseur ou même une feuille d'étain de cette dimension se comporte comme une membrane organique qui vibre à tous les sons, avec cette différence, tout à l'avantage de la feuille métallique, qu'elle n'a pas besoin d'être tendue et que l'humidité n'a aucune influence sur ses qualités sonores ([1]). On peut l'utiliser, sous ce rapport, en Acoustique, en Téléphonie et en Microphonie, car elle est d'une grande sensibilité, spécialement pour certains sons qui lui sont propres. Un système de plusieurs feuilles métalliques, de dimensions différentes et accouplées, rendraient, par l'une ou par l'autre, probablement tous les sons émis par un corps vibrant avec une énergie suffisante. »

CHIMIE. — *Sur la diffusion de la lithine et sa présence dans l'eau de la mer.* Note de M. É. MARCHAND.

« Dans une Note relative à la présence de la lithine dans un grand nombre de substances qu'il a examinées, présentée à l'Académie dans la séance du 24 mars dernier, l'auteur, M. Dieulafait, s'exprime ainsi : « *La lithine, signalée pour la première fois dans l'eau de la mer par M. Bunsen,* » existe dans la Méditerranée, dans toutes les eaux marines prises sous

([1]) Là où la membrane ne fait que *vibrer*, le clinquant rend des *sons* perceptibles.

» diverses latitudes, ainsi que dans tous les terrains de formation primor-
» diale, dans les gypses et les marnes de formation tertiaire, etc. »

» Les faits annoncés par M. Dieulafait sont destinés à prendre une si large place dans l'histoire de la diffusion minéralogique des corps, que je crois ne pas devoir laisser passer sans réclamation le passage de sa Note que je viens de transcrire en le soulignant. En conséquence, je viens demander à l'Académie la permission de rappeler que j'ai moi-même trouvé la lithine dans l'eau de la mer avant le chimiste illustre dont M. Dieulafait cite le nom, et surtout que je l'y ai dosée.

» Mes premiers travaux sur ce sujet remontent à 1846, mais ils n'ont acquis leur authenticité scientifique qu'en 1850. Ils ont donc précédé de plus de quinze années la découverte qui a conduit MM. Kirchhoff et Bunsen à doter la Science de leur merveilleux procédé d'analyse spectroscopique.

» En effet, dans une Note cachetée adressée à l'Académie le 21 juillet 1850, j'annonçais, entre autres faits qui ont été confirmés depuis, que toutes les eaux contiennent de la lithine. Cette Note fut ouverte et communiquée à l'Académie dans la séance du 12 janvier 1852, à l'occasion de la présentation de mon Ouvrage sur les *Eaux potables*, que l'Académie de Médecine m'a fait plus tard l'honneur d'insérer *in extenso* dans le Tome XIX de ses *Mémoires*, paru en 1855.

» J'ai annoncé dans cet Ouvrage que toutes les eaux qui prennent naissance dans les terrains crétacés de la Seine-Inférieure contiennent de la lithine, que l'analyse spectrale décèle actuellement avec la plus grande facilité dans les produits de leur concentration. J'y ai discuté les causes de la diffusion, que je voyais si générale, de cet oxyde remarquable, malgré son extrême rareté apparente, et enfin j'y ai consigné les résultats de mon analyse de l'eau de la mer, qui, étant prise à deux lieues au large devant le port de Fécamp, m'avait présenté, en 1846, quarante-trois dixièmes de milligramme ($0^{gr},0043$) de l'alcali en question dans le résidu de l'évaporation de 10 litres de liquide. C'est en opérant cette analyse que j'ai constaté aussi la présence jusque-là ignorée de l'ammoniaque dans cette eau, en une proportion bien concordante avec celle que M. Schlœsing a trouvée depuis dans l'eau de la Manche qu'il avait puisée devant le port de Saint-Valery en Caux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sels de guanidine.* Note de M. L. JOUSSELIN, présentée par M. Cahours.

« Lorsqu'au moyen du sulfocyanate d'ammonium on s'est procuré le sulfocyanate de guanidine selon la méthode de M. Wolhardt, et qu'on veut passer de ce sel aux autres sels de guanidine, on éprouve d'assez grandes difficultés. Le carbonate de guanidine, qui sert d'intermédiaire, se prépare en faisant la double décomposition en liqueur très-concentrée entre le sulfocyanate et le carbonate de potassium. Les rendements sont en général assez faibles, car on est forcé de chauffer un peu, et l'on observe aussitôt, au sein de cette liqueur alcaline, un dégagement d'ammoniaque.

» Nous avons pu substituer à ce procédé de préparation le traitement direct du sulfocyanate par l'acide auquel on veut combiner la guanidine. Lorsqu'on veut obtenir l'azotate, cette méthode est particulièrement facile et donne de bons rendements. Le sulfocyanate de guanidine desséché à l'étuve est délayé dans un mortier avec de l'acide azotique pur, étendu d'environ $\frac{1}{10}$ d'eau, en quantité suffisante pour former une pâte épaisse. On broie jusqu'à ce que les lamelles du sulfocyanate soient dissoutes; presque aussitôt la liqueur redevient pâteuse, par suite de la formation d'un précipité cristallin d'azotate. On jette immédiatement cette pâte sur un entonnoir dans la douille duquel on a placé un tampon d'amiante ou de coton de verre, et qui est ajusté sur un flacon dans lequel on fait le vide au moyen d'une trompe. Les cristaux, ainsi débarrassés de l'eau mère qui les accompagne, sont lavés avec un peu d'eau, puis avec un peu d'alcool qui enlève l'eau, et constituent de l'azotate de guanidine dans un état suffisant de pureté. L'eau mère azotique, étendue et portée à l'ébullition, dégage de l'acide sulfocyanique, dont une portion se transforme en persulfocyanogène insoluble. Après filtration et concentration, on a de l'azotate de guanidine coloré en jaune, qu'un traitement par le noir animal suivi d'une nouvelle cristallisation suffit à purifier. Les eaux mères contiennent des traces de nitrosoguanidine. Il n'y a qu'un inconvénient à cette méthode : si le mélange du sulfocyanate avec l'acide azotique n'est pas opéré rapidement, il y a une assez vive déflagration, surtout avec un acide nitreux, mais elle a sur la méthode usitée l'avantage d'éviter la décomposition de la guanidine, très-rapide, en liqueur alcaline.

» Lorsqu'on délaye le sulfocyanate de guanidine dans l'acide sulfurique

étendu et qu'on porte à l'ébullition, il y a départ d'acide sulfocyanique; après refroidissement, la liqueur donne une belle cristallisation d'acide persulfocyanique. En traitant cette solution acide par un excès de carbonate de baryte et filtrant, on a, par évaporation spontanée, le carbonate de guanidine.

» La guanidine libre s'obtiendra en dissolvant le carbonate dans une quantité d'acide sulfurique étendu qu'on mesurera au moyen d'une burette, et versant ensuite la quantité correspondante d'une solution de baryte titrée par rapport à la première liqueur.

» Lorsqu'on essaye de transformer l'azotate de guanidine en sulfate, en broyant l'azotate avec l'acide sulfurique concentré, on constate que la masse s'échauffe en dégageant quelques vapeurs nitreuses; cette masse, desséchée sur une brique poreuse, ne contient plus d'acide sulfurique, et, en la reprenant par l'eau bouillante, on obtient après refroidissement une belle cristallisation de nitrosoguanidine. Cette opération est assez facile pour constituer une bonne méthode de préparation de ce corps ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la signification physiologique du plexus nerveux terminal de la cornée.* Note de M. L. RANVIER.

« Chez le lapin, les nerfs pénètrent dans la cornée au niveau de son bord, en avant de la moitié de son épaisseur. Les plus gros sont les plus profonds; les plus petits, les plus superficiels. Tous se divisent et se subdivisent dichotomiquement; ils se dirigent vers le centre de la membrane, en se rapprochant de sa surface, où ils concourent à la formation d'un grand plexus nerveux, plexus terminal des auteurs. Ce plexus, dans de bonnes préparations faites au moyen du chlorure d'or, se montre, à un faible grossissement, comme un filet qui serait jeté sur la cornée. Les nœuds du plexus terminal contiennent des noyaux de cellules; ils sont formés par des fibrilles nerveuses entre-croisées dans toutes les directions, et dont le trajet est si compliqué, qu'il est bien difficile de les suivre. On se laisserait facilement conduire à admettre que ces fibrilles, en passant successivement dans plusieurs travées du plexus, parcourent un chemin d'une grande longueur avant d'atteindre leurs terminaisons ultimes. On pourrait même supposer encore, avec quelques physiologistes, que le plexus terminal a

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

la valeur d'un centre nerveux périphérique, ou, tout au moins, qu'il constitue un organe capable de centraliser, comme à une première étape, les impressions sensitives pour les transmettre en bloc aux centres nerveux proprement dits. Ce sont là autant d'hypothèses qui devaient être soumises à l'expérimentation et qui m'ont suggéré les expériences que je vais communiquer maintenant.

» Je ferai remarquer d'abord que l'on peut utiliser la situation des nerfs à leur entrée dans la cornée ou dans leur trajet ultérieur pour en faire la section sans diviser complétement la membrane qui les contient, sans ouvrir, par conséquent, la chambre antérieure de l'œil. Pour atteindre ce résultat, j'ai fait usage d'un bistouri à lame cachée dont je pouvais faire saillir la pointe d'une quantité déterminée. Cet instrument étant reglé de manière que son extrémité tranchante fût dégagée dans une longueur correspondant à la moitié de l'épaisseur de la cornée sur laquelle je voulais agir, je suis arrivé facilement, en le manœuvrant comme un scarificateur, à sectionner les nerfs de n'importe quelle région de cette cornée, tout en ménageant ses couches profondes.

» A. J'ai fait d'abord, chez un lapin, une incision circulaire complète de la cornée au niveau même de sa circonférence. Tous les nerfs ont été coupés; la membrane est devenue absolument insensible. Aujourd'hui, après neuf semaines, elle est toujours insensible, elle est parfaitement transparente et elle ne présente pas la moindre ulcération.

» B. Chez d'autres lapins, j'ai pratiqué des sections circulaires portant sur une portion seulement de la circonférence de la cornée, le tiers de celle-ci, par exemple. La conséquence de l'opération a toujours été une paralysie du secteur de la cornée correspondant à l'arc formé par l'incision. L'insensibilité s'est constamment étendue jusqu'au centre de la membrane. Au niveau des rayons limitant le secteur paralysé, la ligne de démarcation de la sensibilité a été parfois un peu sinueuse, ce qui s'explique par de légères déviations que montrent souvent les nerfs à leur entrée dans la cornée. Aujourd'hui, neuf semaines après l'opération, chez un de ces lapins qui a été conservé dans le but d'étudier le retour de la sensibilité, les limites de la zone paralysée n'ont pas encore changé.

» C. Dans une troisième série d'expériences, j'ai fait des incisions rectilignes de la cornée, passant à des distances variables de son centre. Toujours la sensibilité est demeurée intacte dans le plus petit segment, tandis que dans l'autre il s'est produit une paralysie limitée à une zone comprise entre le centre de la cornée et l'incision. Dans une de ces expériences, l'incision

rectiligne, oblique de haut en bas et d'arrière en avant, passait à 1 millimètre seulement du centre de la membrane; il se manifesta encore une paralysie, mais dans une région extrêmement limitée, comprise entre ce centre et l'incision.

» De ces expériences on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La nutrition de la cornée continue à se faire régulièrement après que l'on a supprimé tous les nerfs qui s'y rendent (exp. A). Il n'y a donc pas de nerfs trophiques dans la cornée. Cette première conclusion est celle à laquelle Snellen était arrivé par son ingénieuse expérience : oreille fixée au devant de l'œil après la section intra-cranienne de la cinquième paire.

» 2° Les fibrilles nerveuses qui entrent dans la constitution du plexus terminal de la cornée n'y parcourent qu'un trajet très-limité pour se rendre à leur terminaison ultime, et elles conservent jusqu'au bout leur individualité physiologique et anatomique. Elles forment donc bien un plexus, et non pas un réseau (exp. B et C).

» 3° La disposition plexiforme des nerfs de la cornée ne paraît pas avoir une signification fonctionnelle, comme celle de certains plexus nerveux qui sont placés sur le trajet des nerfs moteurs. Cette disposition paraît être uniquement relative à la transparence de la cornée. En effet, l'appareil d'innervation de cette membrane se trouve ainsi réparti d'une façon tellement égale dans toutes ses parties, que, malgré sa richesse, il n'en trouble pas sensiblement l'homogénéité.

» 4° Les nerfs de la cornée sont des nerfs de la sensibilité générale. Leur fonction, qui consiste à avertir l'animal et à l'amener à protéger efficacement son œil contre toute action vulnérante, n'est cependant pas indispensable. C'est une fonction de luxe, pour ainsi dire, puisque, la cornée étant insensible, l'animal la protége encore en profitant des avertissements qui lui sont donnés par la conjonctive et les paupières, restées sensibles (exp. A). »

ZOOLOGIE. — *Sur les métamorphoses de la Cantharide* (*Lytta vesicatoria* Fab.). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

« Bien que la Cantharide soit un insecte des plus communs et des plus connus, à cause de son usage thérapeutique, qui remonte à la plus haute antiquité, on ne connaît pas encore ses métamorphoses.

» Ce problème a cependant vivement préoccupé les entomologistes français ou étrangers, depuis Réaumur et de Géer jusqu'à ceux de nos

jours, et si des observations récentes sur d'autres genres voisins, comme les *Méloës* (¹), les *Sitaris* (²) en Europe, les *Epicanta* (³) en Amérique, ont fait pressentir les diverses phases de transformations que devait éprouver cet insecte, son histoire était encore à faire.

» Depuis vingt ans cette question me préoccupait aussi, et j'ai chaque année fait accoupler et joindre des Cantharides en avançant toujours un peu mes connaissances dans l'élevage de ces petits animaux.

» Cette année-ci enfin, j'ai réussi et j'ai vu apparaître dans mes tubes d'élevage le brillant insecte parfait, vert émeraude, dont j'ai suivi les transformations *jour par jour* depuis la ponte de l'œuf. Voici sommairement en quoi consistent ces métamorphoses, dont je me borne à indiquer les phases à l'Académie, réservant aux Sociétés spéciales d'Entomologie les descriptions détaillées et les figures des divers états successifs.

» Rien n'est plus facile, dès les premiers jours de chaleur de la fin de mai et du commencement de juin, que de ramasser sur les frênes, troènes, lilas, etc., des Cantharides accouplées, et en les mettant sous une cloche en verre on peut bientôt voir les femelles creuser la terre et y pratiquer une excavation, dans laquelle elles déposent une masse de quelques centaines d'œufs assez allongés, blanchâtres et transparents.

» Quinze jours après ces œufs éclosent et donnent la larve connue depuis longtemps sous le nom de *triongulin* et figurée par Ratzeburg et autres. Elle est écailleuse, *brun foncé,* avec le *méso* et *métathorax* et le *premier segment abdominal blancs.* Cette larve a des mâchoires très-aiguës, des yeux noirs saillants et deux longues soies caudales.

» Après bien des essais infructueux, je suis parvenu à lui faire accepter des estomacs d'Abeille à miel d'abord, puis des œufs et de jeunes larves de diverses espèces d'Abeilles, notamment d'*Osmia* et de *Ceratina chalcites.* Seulement il faut avoir soin de joindre du miel à l'œuf ou à la larve présentée, car, comme nous le verrons, la nourriture animale n'est propre qu'à cette première forme larvaire et l'instinct semble dicter au petit triongulin qu'il ne doit toucher à l'œuf ou à la larve que quand il y aura à côté d'elle le miel suffisant pour alimenter la forme qui va lui succéder.

(¹) NEWPORT, *On the natural history of the Oil-beetle* (Meloe) (*Trans. Lin. Soc. London,* 1851).

(²) FABRE, à Avignon, sur la *Sitaris humeralis* (*Ann. Soc. nat.,* 1857); VALÉRY-MAYET, à Montpellier, sur la *Sitaris colletio* (*Ann. Soc. Entom.,* 1875).

(³) C.-V. RILEY, à Saint-Louis, sur diverses *Epicanta* (*Trans. Acad. Sc. Saint-Louis,* 1877).

Dès que cette condition est remplie, le triongulin plonge sans hésiter ses mandibules acérées dans l'œuf ou dans la larve, même bien plus grosse que lui, et on le voit rapidement grossir.

» Du cinquième au sixième jour il change de peau. Il perd ses soies caudales et sa couleur brune : c'est un petit ver blanc hexapode; ses mâchoires acérées sont devenues obtuses, ses yeux sont bien moins brillants et, délaissant la nourriture animale, même entamée, il se met à manger le miel. Cinq jours après, nouveau changement de peau avec accentuation des premieres modifications; les mâchoires deviennent encore plus larges, les yeux s'oblitèrent de plus en plus.

» Après cinq autres jours, nouvelle mue. Ici les yeux ont tout à fait disparu, les pattes et les mâchoires sont devenues brunes à l'extrémité et cornées : l'insecte a l'apparence d'une petite larve de Scarabée et l'on devine qu'il est destiné à fouir la terre.

» Jusqu'ici mon élevage a eu lieu en petits tubes de verre de la forme d'un dé à coudre, posés renversés sur leur bouchon en liége, et c'est sur la surface de ce bouchon que j'ai pu suivre pas à pas mes observations en recueillant la dépouille de chaque mue. J'organise alors, pour fournir la terre nécessaire et suffisamment humide à mes élèves, un tube en verre de $0^m,10$ de long sur $0^m,025$ de diamètre, au fond duquel je mets un morceau d'éponge et que je remplis de terre sur laquelle je dépose ma larve scarabéoïde (ce mot a déjà été employé par Riley pour les *Épicanta*).

» Elle s'enfonce immédiatement et vient former, un peu au-dessus de l'éponge, une petite loge, ou cavité, contre la paroi du tube : ce qui me permet de suivre ses agissements, même souterrains. Au bout de cinq jours encore, nouvelle mue, mais cette fois-ci ce n'est plus une larve qui se présente, c'est une pupe, assez semblable à une pupe de muscide, et sur laquelle se détachent quatre petits mamelons au sommet et trois paires de petits mamelons à la place où étaient les pattes. La couleur est d'un blanc corné; elle est immobile, ayant absolument l'apparence d'une chrysalide. Cet état dure tout l'hiver, et l'on dirait que la vie s'est tout à fait retiree de cette pupe inerte si de temps en temps, sous l'influence de circonstances que j'ignore, elle ne faisait suinter de ses pores des gouttelettes d'un fluide transparent, hyalin, qui restent plusieurs jours à la surface de son corps.

» Mais, le 15 avril, cette pupe brise son enveloppe et il apparaît de nouveau une larve blanche très-ressemblante à celle que j'ai appelée *scarabéoïde*, mais sans avoir les ongles et les mâchoires robustes; tout au contraire, ne montrant que des pattes rudimentaires, composées chacune de

trois tronçons courts et épais. Cette larve s'agite lentement dans sa cellule, elle n'en sort pas, ne mange pas, de sorte que je ne sais guère quel rôle lui attribuer. Elle n'est, du reste, pas longue à se métamorphoser de nouveau, car, le 30 avril, il y a une nouvelle mue qui nous donne enfin une nymphe rentrant dans les formes connues de toutes les nymphes de Coléoptères, avec tous les membres bien visibles, quoique encore emmaillotés.

» Blanche d'abord, cette nymphe se colore assez vite, car, le 17 mai, elle a déjà une teinte très-foncée, et le 19 je vois dans la loge la Cantharide avec sa brillante cuirasse, toute prête à faire son apparition au grand jour.

» L'évolution complète de l'insecte a donc duré environ un an.

» Je sais fort bien qu'il reste à présent à découvrir où vit l'insecte en liberté, car certainement le miel de *Ceratina* que j'ai recueilli dans les tiges sèches du sureau n'est pas la nourriture habituelle de la Cantharide. Je soupçonne fort que ce sont les Abeilles nidifiant en terre, comme les *Halictus* et les *Andrena*, qui sont les victimes ordinaires de cet insecte; mais je n'ai pas encore d'observation précise établissant ce fait. Mon éducation a été toute artificielle, je le reconnais, mais elle a cependant abouti à un résultat cherché depuis bien longtemps. »

ZOOLOGIE. — *Sur la cavité du corps des Annélides sédentaires et leurs organes segmentaires; quelques remarques sur le genre* Phascolosoma. Note de M. **Cosmovici**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La cavité générale du corps des Annélides sédentaires est divisée en plusieurs compartiments par des diaphragmes qui tantôt n'existent que dans une portion de la région céphalo-thoracique (*Arénicoles*, *Térebelles*, *Clyménies*), tantôt dans toute la longueur du corps (*Serpuliens*), et alors chaque anneau a une cavité plus ou moins indépendante de ses voisines. Il existe aussi des séparations dans le sens de la largeur. Sur des coupes on constate une cavité centrale remplie par le tube digestif et deux autres latérales séparées de la précédente par des bandelettes musculaires en forme de diaphragmes obliques. Une communication existe entre toutes ces cavités, au travers des interstices des fibres des cloisons. Les cavités latérales renferment les pieds avec leurs muscles rétracteurs et les organes segmentaires : ce sont les *cavités pédieuses*.

» Chez le *Chætopterus pergamentaceus*, la disposition des cavités dans les trois anneaux vésiculeux est intéressante. La cavité médiane, renfermant

le tube digestif et les glandes génitales, ne communique plus avec les cavités latérales, occupées par les organes réno-segmentaires, que par l'intermédiaire du pavillon segmentaire ouvert sur la paroi de séparation.

» Chez les *Clyménies,* les corps de Bojanus sont fort longs, et sur leur extrémité antérieure sont fixés les organes segmentaires. A partir du onzième anneau il n'y a plus de corps rénaux, et à leur place on trouve un plexus sanguin d'une richesse remarquable. La position de ces réseaux est telle, qu'il est possible de dire qu'ils représentent *autant de corps de Bojanus formés seulement par leur charpente vasculaire.*

» L'œuf de ces animaux est remarquable par la séparation en deux parties de la masse vitelline; l'une, la plus grande, est formée de grosses granulations, et l'autre par de très-petites. Dans cette dernière partie se trouve la vésicule germinative et la tache qui se colore fortement par le picrocarminate.

» La *Pectinaire d'Europe* présente une première paire de corps de Bojanus très-grands, ensuite deux autres paires garnies d'organes segmentaires. La glande génitale est sur la ligne médiane, de chaque côté du vaisseau sus-nervien. L'animal a la transparence du verre, et malgré cela les organes segmentaires ne peuvent être aperçus. Il est curieux de voir que chez des animaux moins transparents on a dessiné cependant les organes segmentaires par transparence.

» Pour les organes segmentaires chez les Annélides errantes, nous en trouvons une paire dans chaque anneau, avec un tube contourné ayant un pavillon interne et une ouverture au dehors. Chez les *Serpuliens* (famille très-riche en genres), parmi les sédentaires, on rencontre la même chose. Enfin, chez tous les autres sédentaires, on trouve tantôt des organes segmentaires libres, tantôt annexés à des corps de Bojanus, et, si l'on considère la majorité des cas, il est permis de dire que *les organes segmentaires sont indépendants des corps de Bojanus.*

» Jusqu'ici, on connaît trois espèces de *Spirorbes hermaphrodites;* une quatrième doit être ajoutée, la *Spirorbes communis,* qui abonde à Roscoff.

» Dans le groupe des *Géphyriens,* chez les *Phascolosoma vulgare,* on trouve, sur la partie antérieure des deux longues poches noirâtres, un tube pourvu d'un pavillon à deux larges lèvres ciliées. La structure des poches nous montre des corps rénaux auxquels sont annexés les organes segmentaires. La glande génitale, mâle ou femelle, se trouve à la base de la paire postérieure des muscles rétracteurs de la trompe. La glande, en forme de grappe, est fixée sur un filet élastique qui probablement doit être un vais-

seau sanguin. L'œuf est remarquable par la présence de cils à la surface de la membrane vitelline, qui, observée de face, paraît finement striée.

» Dans le vaisseau sanguin sous-intestinal on trouve, au milieu des globules sanguins elliptiques, des trématodes enkystés, lesquels sont charriés jusque dans les papilles de la trompe par les cils garnissant ce vaisseau. Les papilles citées me paraissent jouer un grand rôle dans la respiration. En effet, toute la couronne est en communication avec l'appareil circulatoire. Les globules montent le long des parois et descendent par le centre de la papille. Des prolongements des parois à l'intérieur de la cavité papillaire font que les globules restent un certain temps en contact avec la paroi si mince de ces organes et facilitent ainsi un échange de gaz. On s'explique pourquoi l'animal, étant tranquille dans une cuvette pleine d'eau de mer, projette à chaque instant sa trompe au dehors. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Tænia Giardi *et sur quelques espèces du groupe des Inermes.* Note de M. **R. Moniez.**

« Le *Tænia Giardi* est une espèce nouvelle que je dédie à mon maître, M. le professeur Giard. On la trouve assez fréquemment chez le mouton. Elle se rapproche du *T. denticulata* par l'habitude générale du corps et se caractérise très-nettement par la position de ses produits mâles, situés au delà des vaisseaux, entre ceux-ci et les faces étroites, et par l'arrangement des œufs, groupés au nombre de six à dix dans des sortes de coques fibrillaires qui donnent un aspect grenu tout particulier à la cassure des anneaux. Les tissus sont très-beaux dans cette espèce, et j'ai pu suivre leur développement. Les mailles sont coupées par de très-nombreuses fibres fusiformes, aux propriétés musculaires, qui s'attachent à la cuticule en se divisant et se continuent à travers le parenchyme du corps avec celles du côté opposé par l'intermédiaire d'un certain nombre de fibres semblables. Ces fibres ont la plus grande ressemblance avec ce que Schiefferdecker a appelé *cellules-mères de la cuticule* chez le *T. solium*. Leur noyau et leur contenu granuleux disparaissent à mesure que s'opère leur différenciation. Des deux vaisseaux latéraux, c'est l'externe qui se transforme en lacune. Le vaisseau interne offre le plus souvent des parois épaisses, formées de cellules qui se colorent vivement et qui sont d'ordinaire très-serrées; il présente des modifications nombreuses : sa lumière est parfois presque nulle, d'autres fois elle est très-large et l'on peut rencontrer les deux

extrêmes sur une même coupe, le vaisseau d'un côté ayant un calibre considérable, celui de l'autre côté étant presque oblitéré. Dans le premier cas, les parois ressemblent à celles de la lacune; dans le second cas, elles sont très-épaisses, et l'épaisseur de la paroi est en raison inverse du calibre du tube. Parfois on voit à l'intérieur du canal des plis rayonnants très-accentués, faits aux dépens de la paroi. Toutes ces modifications sont dues à des contractions locales qui déterminent le tassement des cellules des tissus ambiants. La même cause probablement donne aux vaisseaux cet aspect rayonnant que l'on peut observer chez beaucoup d'espèces.

» Le développement des produits génitaux femelles suit dans cette espèce une marche particulière. On peut voir les éléments du tissu fondamental conserver leurs caractères cellulaires au lieu de s'étaler en réticulum, se multiplier et former bientôt au milieu de l'anneau une bande continue, très-nettement délimitée, qui s'étend d'un bout à l'autre et arrive de chaque côté au contact de l'ovaire. Je n'ai pu observer de rapports d'autre nature. Cette bande devient ondulée, se courbe de plus en plus et se creuse en même temps, sur l'un de ses bords, un étroit canal qui suit toujours la convexité des courbures. Des œufs se détachent des ovaires aussitôt après la fécondation et glissent dans le canal dont je viens de parler, le dilatant au fur et à mesure de leur développement. La bande matrice ne s'accroissant pas d'après la même raison que les œufs, ceux-ci s'agglomèrent de distance en distance aux convexités des courbures, qui vont toujours augmentant en nombre; bientôt ils ne peuvent plus refouler suffisamment les autres tissus et dépriment les points de la bande matrice qui leur sont sous-jacents; ils pénètrent à son intérieur dans une cavité fermée par la paroi externe de l'ancien tube, qui a modifié ses caractères cellulaires. Au cours du développement des œufs, on voit les cellules de la bande et celles de la paroi externe du tube s'étirer, devenir fusiformes, se transformer en fibres et acquérir peu à peu l'apparence d'une capsule dont les éléments pourraient presque être confondus alors avec des spermatozoïdes. La bande ne suivant pas le développement de l'anneau, elle se segmente en un grand nombre de divisions. Van Beneden, à propos du *T. dispar,* a figuré autour des œufs de cette espèce des capsules assez analogues à celles du *T. Giardi;* mais cet auteur ne les mentionne pas dans son texte, et leur disposition porte à croire à un mode différent de formation.

» Trois courants de spermatozoïdes partent du *receptaculum seminis* chez le *T. Giardi :* deux d'entre eux se perdent dans l'ovaire voisin; le troisième parcourt tout l'anneau et va féconder l'ovaire de l'autre côté. J'ai vu à

plusieurs reprises des spermatozoïdes du même côté se joindre au troisième courant au lieu de sortir avec les autres par la poche péniale, et il m'a semblé parfois que le troisième courant était uniquement formé de spermatozoïdes nés dans la même moitié de l'anneau à côté de l'utérus, et non de spermatozoïdes de fécondation. On peut assez souvent observer la fusion de la troisième branche d'un côté avec celle du côté opposé. Cette fécondation adjuvante d'un ovaire par les spermatozoïdes arrivés en excès au côté opposé a lieu probablement chez toutes les espèces à organes génitaux doubles : je l'ai du moins observée chez un certain nombre d'Inermes (*T. alba*, *T. Vogti*, nov. sp., *T. Benedeni*, nov. sp., *T. denticulata*, *T. expansa*).

» L'étude comparée du développement des œufs chez les différents Inermes (abstraction faite du *T. mediocanellata*, dont les affinités avec ce groupe sont purement superficielles) montre que le *T. Giardi* est une forme aberrante de cette division, si tant est qu'il doive y entrer. Chez les espèces que je viens de citer, les spermatozoïdes se forment au centre de l'anneau et en occupent la plus grande partie : les œufs, en se détachant des ovaires, ne peuvent se glisser qu'entre la couche musculaire circulaire et l'emplacement occupé par les spermatozoïdes, évacués seulement en petite partie lors de la fécondation de l'anneau; mais ils gagnent peu à peu le centre et finissent par l'occuper tout entier.

» Le *T. pectinata*, dont les produits mâles sont situés latéralement, offre à ce mode de développement une différence remarquable. On voit se former par les tissus de l'animal, avant la fécondation, des fentes nombreuses et irrégulières qui communiquent entre elles et sont probablement en corrélation avec le plissement exagéré des anneaux jeunes. Ces fentes peuvent comprendre dans leur trajet la lacune et le canal transverse. Les œufs tombent à l'intérieur des fentes, et leur développement déplisse les anneaux et fait disparaître toute trace de l'état primitif. Lorsqu'une coupe heureuse montre le fond d'un tube rempli d'œufs, on croirait avoir affaire à un tissu endothélial, à un tube à membrane indépendante; ma cela n'est pas, au sens propre du mot, et ce revêtement du tube est dû au refoulement des tissus voisins. »

M. W. de Miller adresse une réclamation de priorité sur l'acide isoangélique.

« M. E. Duvillier a fait paraître récemment (1) une Note sur un isomère

(1) *Comptes rendus*, n° 18, p. 913.

de l'acide angélique qu'il considère comme nouveau. Je demande la permission de faire observer à l'Académie que j'ai obtenu cet acide il y a quelque temps, que j'ai décrit son mode de formation, ses propriétés, son sel de baryte, et que j'ai établi sa constitution par la voie synthétique. Mes expériences ont été publiées dans les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XI, p. 1526 et 2216. »

M. S. Grawitz adresse une réclamation de priorité au sujet des dérivés nitrés de l'alizarine.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1879.

(suite.)

Est-il possible de faire vivre la vigne malgré le Phylloxera? par M. J. Grégoire. Béziers, impr. Fuzier, 1878; in-8°.

Étude pratique sur les dyspepsies traitées à l'hôpital militaire thermal de Vichy, etc.; *par* M. le Dr A. Bintot. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Exposition universelle internationale de 1878, à Paris. Congrès et Conférences du Palais du Trocadéro. Comptes rendus sténographiques publiés sous les auspices du Comité central des Congrès et Conférences. Congrès international pour l'étude des questions relatives à l'alcoolisme tenu à Paris du 13 au 16 août 1878; n° 16 de la série. Paris, Impr. nationale, 1879; in-8°.

M. Picquet. *Mémoire sur les courbes et surfaces anallagmatiques. Conséquences relatives à quelques courbes et surfaces du quatrième degré.* Paris, Chaix, 1879; br. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; nos 115 à 135 du 25 avril au 15 mai 1879. Paris, 1879; 2 livr. in-4° autogr.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXVI, 1878-79, serie terza. Transunti, vol. III, fasc. 5°, aprile 1879. Roma, Salviucci, 1879; in-4°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura della Societa di Scienze naturali ed economiche di Palermo; anno 1878, vol. XIII. Palermo, tipogr. Lao, 1878; in-4°

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MAI 1879.

Ministère de l'Instruction publique. Bureau central météorologique de France. Instructions météorologiques. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Essai sur le principe des tarifs dans l'exploitation des chemins de fer; par M. DE LA GOURNERIE. Paris, Dunod, 1879; in-4°.

Rapports sur les courses de la Société géologique de France dans l'Estérel et à Vence; par E. BLANC. Cannes, impr. H. Vidal, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Prolongement du bassin houiller de la Loire, sous les plaines du Dauphiné, du Forez et de Roanne. I. Sondage de la plaine du Forez. Carte géologique et coupes; par M. FR. LAUR. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1879; br. in-8°.

La racine cubique obtenue par la méthode des interpolations successives, etc.; par M. M. LAPORTE. Paris, Delagrave; Bordeaux, Féret, 1879; in-12°. (Trois exemplaires.)

Essai sur un crâne trépané provenant du tumulus de Noves; par M. E. BLANC. Cannes, impr. H. Vidal, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. Alph. Milne Edwards.)

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; 4e série, T. II, livr. 4, 5, 6. Bordeaux, impr. Durand, 1878; 2 br. in-8°.

Études de biologie comparée basées sur l'évolution organique; par M. le Dr DELAUNAY; 1re Partie, *Anatomie*; 2e Partie, *Physiologie.* Paris, A. Delahaye; 1878-1879; 2 vol. in-8°.

Leçons cliniques sur les maladies des organes végétaux internes de la femme; par M. A. GUÉRIN. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°.

(Ces deux derniers Ouvrages sont renvoyés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel communique à l'Académie la dépêche suivante, qu'il a reçue de S. M. l'empereur du Brésil :

« Rio de Janeiro, 26 mai 1879.

» Comète II Tempel vue 24, revue 25 par Cruls; ascension droite, $16^h,8$; déclinaison, $18^o,4$ sud; observatoire de Rio.

» Pedro d'Alcantara. »

PHYSIQUE. — *Sur l'impénétrabilité magnétique du fer.* Note de M. J. Jamin.

« Je reviens encore une fois sur l'impossibilité de faire pénétrer l'aimantation dans les profondeurs du fer ou de l'acier, parce qu'elle a été plusieurs fois contestée. Les expériences que je vais décrire me paraissent résoudre la question.

» Je place verticalement l'une sur l'autre deux bobines égales formées par de gros fils de cuivre, et je les sépare par une troisième bobine de fils fins en relation avec un galvanomètre à réflexion. Quand on introduit un

courant dans les deux premières, on détermine une induction dans la troisième; on mesure l'arc d'impulsion a : il est très-petit. Si l'on rompt le circuit inducteur, il y a une impulsion égale et contraire.

» J'introduis maintenant dans les trois bobines un tube de fer dont l'épaisseur est de 3 millimètres. Le même courant détermine une induction A beaucoup plus forte : $A - a$ mesure l'aimantation du tube de fer. J'enlève ensuite ce tube et je le remplace par une barre de même hauteur. $A' - a$ mesure l'aimantation qu'elle reçoit isolément. Enfin j'introduis à la fois le tube et la barre à côté l'un de l'autre, ce qui donne $A'' - a$. Voici les résultats :

	Fermeture.	Rupture.	Moyenne.
$A - a$	51	48	49,5
$A' - a$	50	47	48,5
$A'' - a$	58,5	60	59,5
»	59,5	59,5	

» On voit que les actions sur la barre et le tube ne se superposent pas, qu'il y a à peine plus d'aimantation si l'on place les deux objets dans la bobine que si l'on ôte l'un pour ne laisser que l'autre. Cela tient à la fois à ce que le courant inducteur était faible et à ce que les deux objets réagissent l'un sur l'autre, chacun pour donner à son voisin une aimantation contraire à la sienne.

» Cela fait, on a mis la barre à l'intérieur du tube, ce qui a donné :

	Fermeture.	Rupture.	Moyenne.
$A'' - a$	54,5	53	54
	54	54	

» Il y a donc un peu moins d'aimantation que dans le premier cas. Il faut en conclure que l'effet sur la barre a diminué; mais l'expérience ne mesure pas cette diminution, car l'effet a dû augmenter sur le tube pendant qu'il décroissait sur la barre. La distribution n'est plus la même; le partage de l'aimantation se fait suivant d'autres conditions sans qu'on puisse connaître séparément l'augmentation sur le tube et la diminution sur la barre; on ne constate que le décroissement de l'action totale. Il faut changer le procédé.

» Je supprime alors la bobine intermédiaire qui mesurait l'induction et je la remplace par une autre plus petite qu'on peut observer seule et qu'on peut placer autour de la barre en son milieu.

» Placée seule dans les bobines inductrices, elle donne, pendant la fermeture ou pendant la rupture du courant, un arc d'impulsion a qui est très-

petit et ne varie pas sensiblement si l'on met à côté le tube seul ou le tube et la barre; il est insensible si l'on introduit la spirale dans l'intérieur du tube. On la met ensuite autour de la barre; l'effet devient considérable et mesure l'aimantation de celle-ci :

	Fermeture.	Rupture.	Moyenne.
Barre seule	94	95	94,5
Tube et barre à l'extérieur	39,5	37	38,3
Tube et barre à l'intérieur	15,7	17	15,8

	Courant inducteur plus intense.		
	Fermeture.	Rupture.	Moyenne.
Tube et barre extérieure	70	70	70
Tube et barre intérieure	24	24	24

» Ces expériences prouvent manifestement que le même courant communique à la barre une aimantation beaucoup plus faible quand elle est plongée dans un tube que si elle est à l'extérieur, et qu'en même temps le tube prend une aimantation plus grande dans le premier cas et plus faible dans le second.

» J'ai recuit le tube au rouge et j'ai recommencé l'expérience deux fois de suite :

		Fermeture.	Rupture.	Moyenne.
I.	Barre intérieure	5	5	5
	Barre extérieure	62	65	63,5
II.	Barre intérieure	14	15	14,5
	Barre extérieure	64	63	63,5

» Après que le tube a été une première fois aimanté, il laisse pénétrer plus de magnétisme jusqu'à la barre.

» J'ai enfin opéré avec deux tubes concentriques, chacun de même épaisseur, égale à 3 millimètres, et j'ai obtenu, avec des courants inducteurs fournis par 1, 2 et 3 éléments ordinaires :

	1 élément.	2 éléments.	3 éléments.
Barre intérieure	2,5	4,5	7,0
Barre extérieure	16,5	66,5	90,0

» Il suffit donc de 6 millimètres d'épaisseur concentrique de fer pour arrêter à peu près complétement l'effet magnétique d'une spirale extérieure. »

PHYSIQUE. — *Sur la limite ultra-violette du spectre solaire;* par M. A. Cornu.

« Je me suis proposé, depuis plusieurs années, d'obtenir la limite extrême du spectre solaire du côté ultra-violet, c'est-à-dire du côté des

courtes longueurs d'onde. La connaissance exacte de la limite du spectre ou plutôt de la loi suivant laquelle décroît l'intensité du spectre continu idéal de la photosphère apporterait, sur la difficile question de la température du Soleil, des données au moins aussi importantes que les mesures thermiques correspondant aux radiations à grande longueur d'onde.

» Malheureusement, comme on va le voir, l'atmosphère exerce sur les radiations à courte longueur d'onde une absorption si énergique, que la majeure partie du spectre solaire ultra-violet est, pour ainsi dire, brusquement interceptée d'une manière complète; l'étude que je m'étais proposée est donc actuellement impossible sous la forme simple que j'avais imaginée. Néanmoins, les résultats obtenus en vue de ces recherches présentent quelque intérêt, même au point de vue auquel je m'étais primitivement placé; ils jettent, en tout cas, un certain jour sur l'allure probable de l'absorption atmosphérique à l'autre extrémité du spectre, moins facile à étudier, et montrent que le phénomène thermique est plus complexe que ne le suppose le mode expérimental généralement adopté pour l'évaluation de la température du Soleil.

» Pour rester dans le domaine des faits et de leurs conséquences les plus immédiates, je me bornerai ici à donner un résumé succinct des expériences à l'aide desquelles j'ai cherché à obtenir photographiquement la limite ultra-violette du spectre solaire et l'analyse des conditions qui permettraient de reculer un peu cette limite.

» *Mode d'observation.* — Les appareils d'observation ont été décrits précédemment d'une manière succincte (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 104).

» La limite du spectre est variable suivant l'état de l'atmosphère, la nature du collodion employé et la durée d'exposition; mais en choisissant les plus belles journées, en adoptant un collodion de composition constante et une durée d'exposition toujours la même, on obtient des séries très-comparables (¹). Voici un exemple d'observation :

(¹) La composition du collodion et du révélateur que j'ai toujours employés de préférence est la suivante :

Collodion.	Pyroxyle........	1^{gr}	Révélateur.	Eau distillée.......	1000^{cc}
	Alcool...........	40^{cc}		Sulfate de fer.....	40^{gr}
	Éther............	60^{cc}		Alcool............	30^{cc}
	Iodure de cadmium.	1^{gr}		Acide acétique crist..	30^{cc}
	Brom. de cadmium.	$0^{gr},25$			

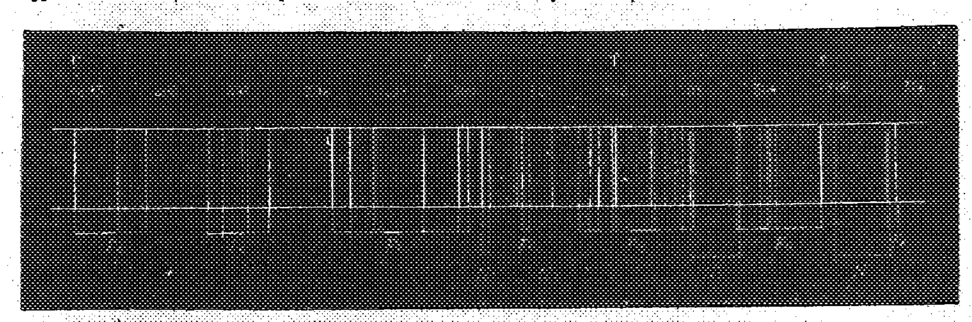
Le bain d'argent sensibilisateur contient de 7 à 8 pour 100 d'azotate d'argent. Pour renforcer le cliché, on ajoute quelques gouttes d'un bain d'argent à 2 pour 100 au révélateur.

11 *septembre* 1878. *Observation faite à Courtenay* (*Loiret*). *Latitude*, 48° 2′ 20″; *durée d'exposition*, *deux minutes et demie. Clichés renforcés une fois.*

h m 10.30 matin	295,5	h m 3.40 soir	302,0
0. 2 soir	295,0	4.17 »	304,5
1.18 »	295,5	4.38 »	307,0
1.50 »	297,0	5. 2 »	312,0
3. 9 »	299,0	5.14 »	315,0?

» *Remarque.* — Les raies d'absorption dans l'orangé, voisines de la raie D, étaient notablement plus faibles que de coutume.

» La limite du spectre est exprimée en longueurs d'onde, par comparaison avec la Carte que j'ai construite avec les observations faites pendant l'été de 1877 et dont je reproduis ici la partie utile. (Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 103.)



» D'après le Tableau précédent, on voit que l'étendue du spectre diminue avec la hauteur du Soleil, ce qui tend à prouver que c'est à l'absorption de l'atmosphère qu'est due cette limitation.

» Après divers essais faits d'après cette manière de voir, j'ai été conduit à représenter par la courbe suivante les résultats des observations. On porte comme abscisse la longueur d'onde limite observée et comme ordonnée le *logarithme du sinus de la hauteur du Soleil* (on sait que les épaisseurs atmosphériques traversées par les rayons solaires sont sensiblement en raison inverse du sinus de la hauteur du Soleil). L'ensemble des points ainsi définis se trouvent pour une même journée répartis sur une courbe à fort peu près rectiligne, les divergences correspondant à des altérations momentanées de la transparence de l'atmosphère. Dans les belles journées, les limites du spectre sont sensiblement les mêmes pour les mêmes hauteurs du Soleil. Dans les journées légèrement brumeuses, les limites observées sont un peu moins étendues, de sorte que le défaut de transparence se traduit par un *déplacement de la ligne parallèlement à elle-même*. La transparence de l'atmosphère pour les radiations ultra-violettes paraît augmenter

aux mois de septembre et octobre, et se continuer même en décembre et janvier; malheureusement, pendant ces mois, les belles journées sont rares: aussi est-il difficile de décider si cette augmentation de transparence est spéciale aux temps froids, ou si elle provient de ce qu'on ne choisit, en hiver, que les journées exceptionnelles où le ciel présente alors la transparence maximum.

» La construction des points correspondant à plus d'une centaine d'observations aux diverses heures de la journée m'a conduit à adopter comme ligne moyenne la droite qui passe par le point ($\sin h = 0,49$ et $\lambda = 300$) et parallèle à la direction définie par deux points ($\sin h = 0,75$, $\lambda = 295$; $\sin h = 0,30$, $\lambda = 306$ relevés sur une courbe dont les ordonnées représentaient les sinus des hauteurs vraies du Soleil au début de l'observation). On en déduit l'équation empirique $\sin h = 0,49.10^{-0,036175(\lambda-300)}$, ou, si l'on calcule avec logarithmes népériens, $\sin h = 0,49\, e^{-0,08330(\lambda-300)}$.

» La limite la plus éloignée que j'aie pu obtenir correspond à la longueur d'onde 293; elle a été atteinte avec certitude deux fois seulement, le 24 juin et le 18 août 1878, aux environs de midi. Les radiations de $\lambda = 294$ à 295 ont été atteintes bien des fois de mai à septembre 1877 et 1878, et récemment encore dès le 5 mai 1879.

» Malgré les nombreux essais faits dans les meilleures conditions, soit à Paris, soit à la campagne, il m'a été impossible d'aller plus loin.

» *Examen des causes d'erreurs.* — Cette recherche d'une limite de visibilité comporte évidemment, à un point de vue absolu, bien des causes d'erreur, dont les principales sont les suivantes :

» 1° *Inégalité de transparence de l'atmosphère.* Cette cause d'erreur étant inévitable, on ne peut en atténuer les effets que par une longue série d'observations. Il est à remarquer que, si l'on prend soin de choisir des jours sans nuages ni brume, les inégalités se réduisent à bien peu de chose et sont de l'ordre des erreurs que les accidents de la manipulation photographique peuvent introduire.

» 2° *Inégalités provenant du procédé photographique.* Cette seconde cause d'erreur est, au point de vue pratique, bien moins grave qu'on ne pourrait le supposer au premier abord, par suite de diverses circonstances que je vais brièvement rapporter.

» Les collodions humides de compositions diverses (iodures et bromures d'ammonium ou de cadmium) ne paraissent différer que fort peu relativement à l'action qu'ils éprouvent sous l'influence des radiations très-réfrangibles, en ce sens qu'ils ne présentent pas de maximum ou de

minimum variable avec leur composition ([1]) pour certaines radiations; c'est ce que l'on peut constater en photographiant des spectres d'étincelles d'induction : les intensités relatives des raies conservent la même valeur, même bien au delà de la région des radiations extrêmes observées dans le spectre solaire. La sensibilité plus ou moins grande se traduit seulement par la durée du temps d'exposition nécessaire pour obtenir le même effet photographique, c'est-à-dire la même intensité du cliché.

» Il ne reste donc que l'influence de la durée d'exposition qui puisse introduire des causes d'erreur dans l'appréciation de la limite du spectre; or il se présente une circonstance extrêmement favorable : c'est que l'effet photographique se produit pour ainsi dire dans les premiers instants, de sorte que la prolongation de l'exposition n'ajoute que peu à l'étendue des radiations agissantes. C'est ce que j'ai établi par une série méthodique d'expériences, parmi lesquelles je citerai la suivante comme typique :

16 *octobre* 1878. *Courtenay*. $11^h 47^m$, T. M.

Durée de l'exposition (quatre épreuves sur le même cliché).	Longueur d'onde limite du côté ultra-violet.	Différences.
1^s	$\lambda = 306,5$	
		5,5
5	301	
		2,5
20	298,5	
		1,0
100	297,5	

» Ainsi, les durées d'exposition variant à peu près en progression géométrique, les variations de la limite perceptible diminuent très-rapidement; d'après la loi que suivent les différences, pour reculer la limite seulement d'une demi-unité, il faudrait plus que quadrupler la durée d'exposition et la porter à cinq ou six cents secondes ou dix minutes. Aussi l'expérience a-t-elle montré qu'il était à peu près indifférent de dépasser deux à trois minutes pour la durée de l'exposition lorsque le temps est bien pur; lorsque l'on craint le passage de brumes légères, il est plus prudent de prolonger cette durée jusqu'à six minutes afin d'augmenter les chances d'éclaircie.

» *Analyse des conditions qui permettraient de reculer la limite de l'observation.* — La limitation du spectre ultra-violet paraissant due à l'absorption atmosphérique, peut-on espérer, en se plaçant dans des conditions plus favorables, reculer notablement la limite de visibilité? Nous allons voir par l'analyse des conditions de l'expérience que, d'après les faits observés, on

---

([1]) Il n'en est pas de même dans le spectre visible, notamment dans le voisinage de la raie G.

ne doit pas attendre une amélioration bien considérable ou du moins en rapport avec les difficultés matérielles qu'il faudrait affronter.

» Exprimons l'intensité P de l'impression photographique en fonction des éléments qui la déterminent; nous admettrons que l'intensité P, pour des valeurs très-petites (les seules sur lesquelles nous ayons ici à raisonner), est proportionnelle à l'intensité J_λ de la radiation de longueur d'onde λ et à une fonction particulière de λ et du temps t; $P = J_\lambda F(\lambda, t)$. Cette fonction F représente la *sensibilité* de la couche impressionnable. Si la radiation, avant d'agir, est transmise par un milieu d'épaisseur ε ayant le pouvoir de transmission a_λ pour la radiation λ, l'intensité devient I_λ, $I_\lambda = J_\lambda a_\lambda^\varepsilon$, $a_\lambda < 1$. Le milieu absorbant étant limité par une surface sensiblement plane, la direction de transmission faisant un angle h avec le plan, on a $\varepsilon = \frac{l}{\sin h}$, l étant l'épaisseur normale du milieu absorbant supposé homogène; s'il n'est pas homogène, mais formé de couches parallèles de densité variable δ, l représente la hauteur équivalente calculée par la formule $l\delta_0 = \int \delta\, dz$, δ étant la densité correspondant à l'épaisseur z et δ_0 étant la densité choisie pour l'évaluation de la *hauteur réduite* l, car c'est la quantité de la matière traversée, et non sa répartition, qui produit l'absorption. Substituant dans la valeur de P,

$$P = J_\lambda F(t, \lambda) a_\lambda^{\frac{l}{\sin h}}. \tag{1}$$

» Il y a trois fonctions inconnues de λ, à savoir J, F et a_λ; la forme particulière sous laquelle elles se présentent permet de les éliminer à l'aide de l'équation empirique fournie par les observations dont il a été question plus haut. En effet, on a déterminé pour un même lieu ($l = l_1$) la loi qui lie les hauteurs h du Soleil à la longueur d'onde limite λ observée, c'est-à-dire à celle qui donne l'impression photographique limite $P = w$; w est alors une constante, la même pour toutes les valeurs de λ. Prenant le logarithme des deux membres de l'équation précédente, où $P = w$, $t = T$, durée constante de l'exposition,

$$\log w = \log J_\lambda + \log F(T, \lambda) + \frac{l}{\sin h} \log a_\lambda,$$

qui se réduit à la forme $\frac{\sin h}{l} = \psi(w, T, \lambda)$, puisque J_λ est une fonction de λ (J_λ représente la loi qui lie l'intensité de la radiation avec la longueur d'onde dans le spectre continu idéal de la photosphère).

» Mais l'expérience a montré que dans le même lieu ($l = l_1$), pour une

durée de pose constante (T = const.), la limite d'impression (w = const.) était donnée par la loi $\sin h = 0,49 e^{-0,08330(\lambda - 300)}$, ou de la forme

$$\sin h = \mathrm{M} e^{-m(\lambda - \lambda_0)}.$$

» Substituant cette valeur de $\sin h$ et celle de l, la formule devient

(2) $$\frac{\sin h}{l} = \frac{\mathrm{M} e^{-m(\lambda - \lambda_0)}}{l_1}.$$

» *Variation de la limite avec l'altitude.* — Si l'on se reporte à la formule primitive (1), on voit que l'absorption est d'autant moindre que la hauteur solaire est plus grande et que l'épaisseur l est plus petite. On doit donc, en diminuant l'épaisseur atmosphérique, c'est-à-dire en augmentant l'altitude z du lieu d'observation, étendre la limite de visibilité du spectre.

» La formule (2) donne précisément la loi cherchée, c'est-à-dire l'étendue gagnée avec l'altitude. En effet, la quantité l est, à un facteur près, représentée par le poids d'une colonne atmosphérique ayant l'unité de base comme section ; si donc on désigne par p la pression barométrique, on aura $l = \mathrm{A}p$, où la loi de décroissance de la pression avec l'altitude est donnée par une expression de la forme $p = p_0 e^{-\frac{z}{z_0}}$, z_0 étant la constante barométrique. Il vient finalement

$$\sin h = \mathrm{M} e^{-m(\lambda - \lambda_0) - \left(\frac{z - z_1}{z_0}\right)},$$

formule qui donne la loi approchée qui existe entre la longueur d'onde de la radiation du spectre solaire à la limite de visibilité pour une hauteur donnée h du Soleil et l'altitude z du lieu d'observation.

» Nous pouvons maintenant savoir ce que l'on gagne par l'accroissement de l'altitude, à hauteur égale de Soleil ; il suffit d'écrire que l'exposant de e est constant.

» La longueur d'onde de la radiation limite et l'altitude sont donc liées par une fonction linéaire, de sorte que leurs variations finies ou infiniment petites sont proportionnelles ; le coefficient de proportionnalité est $-mz_0$, $dz = -663^{\mathrm{m}},3\, d\lambda$; en substituant, $z_0 = 7963^{\mathrm{m}}$ (constante de Ramond, 18336^{m} multipliée par le module des logarithmes vulgaires ou 0,434294) et $m = 0,0833$.

» Ainsi on recule la limite de visibilité des radiations d'une quantité correspondant à une unité (millionième de millimètre) dans la longueur d'onde lorsqu'on s'élève de $663^{\mathrm{m}},3$ en altitude.

» Ce gain est, relativement à la longueur du spectre que donnent les étincelles d'induction ou l'arc électrique, extrêmement faible. Si l'on songe que l'on ne peut guère faire d'observations régulières au-dessus de 4000 mètres d'altitude, on voit que le gain calculé n'atteint que six unités ou environ la moitié de la différence qui se présente de l'hiver à l'été; le résultat obtenu serait donc encore bien loin de correspondre aux efforts à dépenser pour aller installer des appareils à une altitude aussi grande.

» Il est vrai que l'on aurait quelque espoir d'aller un peu plus loin que la formule ne l'indique, car les coefficients numériques sont empruntés à des expériences faites à de faibles altitudes (au-dessous de 200 mètres), c'est-à-dire dans les parties basses de l'atmosphère, dont le pouvoir de transmission spécifique est probablement plus faible que celui des hautes régions, à cause des brumes et poussières qui sont toujours à ce niveau; mais la rapidité de la loi d'absorption avec la longueur d'onde paraît tellement considérable, que les chances d'extension de nos connaissances sur la partie ultra-violette du spectre solaire au delà de ce qu'indique cette formule ne sont pas très-grandes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les amalgames alcalins et sur l'état naissant;* par M. **Berthelot**.

« 1. On sait quel rôle les amalgames alcalins jouent en Chimie organique, comment ils y sont employés, avec le concours de l'eau, pour fixer de l'hydrogène par substitution inverse sur les corps chlorés (Melsens), pour changer les aldéhydes et les acétones en alcools (Friedel et Wurtz), et dans diverses autres circonstances. Mais on ne possède jusqu'à présent que des notions assez vagues sur les conditions de Mécanique moléculaire qui déterminent et règlent l'emploi des amalgames alcalins. C'est ce qui m'a engagé à en entreprendre l'étude thermique.

» 2. J'ai préparé d'abord des amalgames solides, qui contenaient, après leur fabrication, 7 centièmes environ du métal alcalin pour le potassium, rapport voisin de la composition empirique Hg^5K, et 10 centièmes pour le sodium, rapport voisin de Hg^2Na.

» J'ai traité chacun de ces amalgames par l'eau d'une part, par l'acide chlorhydrique étendu d'autre part, afin d'avoir des valeurs qui se contrôlassent les unes les autres.

» 3. Voici les chiffres obtenus, chacun d'après plusieurs essais dont on

a pris la moyenne, la température étant de 17 à 18 degrés et le poids du métal alcalin (dissous dans 800 centimètres cubes de liquide) compris entre 1 et 5 grammes. Les résultats, quoique satisfaisants, n'ont pas présenté une concordance comparable à celle qu'on observe avec des métaux purs, en raison du défaut d'homogénéité des amalgames, du caractère incomplet des attaques (surtout avec l'eau pure), et aussi en raison de la présence inévitable de quelque portion déjà oxydée par l'air à la surface de la matière. On a estimé le poids du métal alcalin dissous, par un essai alcalimétrique, et l'on a tenu compte de l'eau vaporisée dans l'hydrogène dégagé.

» 4. *Action de l'eau.* — Pour 1 équivalent de métal dissous : $Na = 23^{gr}$; $K = 39^{gr},1$:

	Cal
I. Amalgame de sodium et eau	+ 32,6
II. Amalgame de potassium et eau	+ 27,0

» Ces nombres, le premier surtout, répondent à des attaques incomplètes; circonstance qui introduit une variation sensible dans la chaleur dégagée, attendu que l'amalgame est solide au début de la réaction et qu'il devient liquide vers la fin. On a donc en moins, vers la fin, la chaleur de liquéfaction; l'étendue de la variation qui en résulte s'élèverait à $1^{Cal},5$ ou 2 Calories, ou même davantage, d'après les différences que j'ai relevées entre la chaleur dégagée par les premières parties dissoutes et par les dernières.

» 5. *Action de l'acide chlorhydrique étendu* (1 équivalent = 2 litres). — Pour 1 équivalent de métal dissous :

	Cal
III. Amalgame de sodium	+ 46,5
Amalgame de potassium	+ 41,2

» Ces nombres répondent à des attaques à peu près totales, le mercure étant presque complétement séparé sous forme fluide et ne donnant plus lieu qu'à un dégagement de gaz extrêmement faible.

» Si l'on retranche des nombres précédents la chaleur dégagée par l'union de l'acide chlorhydrique avec la potasse et la soude étendues, soit 13,7, on obtient la chaleur que dégagerait la réaction de l'amalgame sur l'eau pure, soit :

Pour l'amalgame de sodium	$46,5 - 13,7 = 32,8$
Pour l'amalgame de potassium	$41,2 - 13,7 = 27,5$

» Ces nombres s'accordent suffisamment avec ceux qui ont été mesurés directement ; surtout si l'on remarque que ceux-ci se rapportent à une

attaque incomplète et à un état de liquéfaction moins avancé de l'alliage. Je prendrai de préférence, dans mes calculs ultérieurs, ceux qui se rapportent à une attaque complète.

» Tels sont les faits observés; examinons maintenant quelles conséquences on peut en tirer, relativement à la chaleur dégagée dans la formation des amalgames alcalins et à leur mode d'action pendant les réductions de composés organiques.

» 6. La *chaleur de formation des amalgames alcalins précédents* se calcule aisément, d'après la connaissance de la chaleur d'oxydation des métaux alcalins. On a, en effet :

Na + O + eau = Na O étendue........................ + 77,6
K + O + eau = KO étendue.......................... + 82,3

Retranchant de ces nombres la chaleur de formation de l'eau, soit 34,5, on aura :

Na + HO + eau = Na O étendue + H.................. + 43,1
K + HO + eau = KO étendue + H.................. + 47,8

» L'écart entre 43,1 et 32,8, soit + 10,3, représente la chaleur dégagée par l'union du sodium et du mercure :

$Na + 2Hg = Hg^2Na$ (amalgame empirique) dégage...... + 10,3

» De même, l'écart entre 47,8 et 27,5, soit + 20,3, représente la chaleur dégagée par l'union du potassium et du mercure :

$K + 5Hg = Hg^5K$ (amalgame empirique) dégage....... + 20,3

» 7. On remarquera d'abord la grandeur de ces nombres, celle du dernier surtout, qui approche de la chaleur d'oxydation du cuivre ou du mercure. Cette grandeur est telle, qu'elle rend peut-être compte de la facilité plus grande avec laquelle on isole les métaux alcalins sous forme d'amalgames, au moyen de la pile, par exemple.

» L'écart entre le sodium et le potassium ne serait pas moins digne d'intérêt, s'il se rapportait à de vrais composés définis, ne renfermant ni excès de métal alcalin, ni excès de mercure, ni mélange de deux composés distincts. Je reviendrai sur cette question, qui réclame des expériences spéciales.

» 8. En nous reportant maintenant aux actions réductrices exercées par les amalgames, nous remarquerons que ces actions sont moins intenses

que celles des métaux purs, en raison de l'énergie perdue dans la formation des amalgames. Les métaux alcalins eux-mêmes seraient évidemment préférables, si l'intensité des actions locales qu'ils exercent à leur point de contact avec les liqueurs ne déterminait des destructions partielles et autres réactions secondaires.

» La présence d'un acide, tel que l'acide chlorhydrique, semblerait à première vue favorable aux actions réductrices, puisqu'elle développe $13^{Cal},7$ de plus; mais, par contre, l'attaque de l'amalgame par les acides est indépendante de celle du composé organique dissous dans la même liqueur. Ces deux phénomènes n'étant pas enchaînés l'un à l'autre par un cycle de réactions nécessaires, ce n'est qu'au point de contact et sur les faibles portions de matière qui s'y trouvent accidentellement que la réduction peut avoir lieu. J'ai déjà insisté autrefois sur la convenance d'un tel enchaînement, en exposant mes recherches sur la transformation de l'acétylène en éthylène par hydrogénation médiate.

» La réduction se fera plus nettement lorsque l'attaque du métal alcalin aura lieu avec le concours même du corps hydrogénable : comme il arrive si ce corps est de nature acide; ou simplement s'il donne lieu à un dégagement de chaleur propre en s'unissant aux alcalis, ce que j'ai constaté avoir lieu pour l'aldéhyde (¹).

» 9. Quoi qu'il en soit, les amalgames alcalins dégagent toujours dans les réactions hydrogénantes plus de chaleur que n'en ferait l'hydrogène libre, les excès respectifs pour les amalgames étudiés ici étant égaux à 32,8 et 27,5. Cet excès thermique, aussi bien que l'enchaînement des réactions propres développées par les alcalis rend compte de l'aptitude hydrogénante des amalgames alcalins.

» Tout ceci rentre dans la théorie générale des réactions attribuées autrefois à l'*état naissant*, réactions dont j'ai exposé la véritable interprétation en 1865 dans mes leçons au Collége de France (publiées par la *Revue des Cours publics*, et reproduites partiellement dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 61, 66, 15, et *passim*; septembre 1869). Mon savant ami M. H. Sainte-Claire Deville a invoqué la même interprétation en 1870, pour rendre compte de l'action hydrogénante des métaux sur l'acide azotique; et plusieurs autres savants ont

(¹) Dans cette dernière circonstance, il faut cependant éviter que la liqueur acquière une alcalinité notable, capable de développer des réactions secondaires sur les portions d'aldéhyde non encore surhydrogénées.

développé depuis des idées analogues. L'importance de ce sujet justifiera la recherche que j'ai cru devoir faire de l'énergie thermique des amalgames alcalins. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les stannpropyles et les isostannpropyles.* Note de MM. A. Cahours et E. Demarçay.

« *Stannpropyles.* — L'un de nous a fait voir, dans une Note publiée récemment dans ces *Comptes rendus* (t. LXXXVIII, p. 725), que, suivant qu'on fait agir l'iodure de propyle sur de l'étain pur ou sur un alliage de ce métal et de sodium renfermant 10 pour 100 de ce dernier, on obtenait soit le diiodure de distannpropyle, soit le monoiodure de tristannpropyle. L'emploi d'un alliage moins riche en sodium fournit un mélange des deux iodures précédents dont la séparation est presque impossible, en raison de l'état liquide de ces deux produits et des faibles différences de leurs températures d'ébullition.

» Lorsque dans la préparation du diiodure de distannpropyle par l'action de l'iodure de propyle sur des feuilles d'étain on soumet à la distillation le liquide extrait des matras pour le débarrasser des produits étrangers, on observe la séparation d'une proportion très-notable d'un précipité rouge qui n'est autre que le diiodure d'étain Sn^2I^2.

» On pouvait se demander si ce diiodure était dissous dans l'iodure organo-métallique ou bien si, y existant à l'état de combinaison, il s'en séparait par suite de la destruction de ce dernier; or, on ne saurait rapporter la séparation observée à l'une ou à l'autre de ces causes. En effet, prend-on du diiodure incolore et transparent et le soumet-on à une nouvelle rectification, on voit vers 250 degrés le liquide se troubler, et bientôt, sans qu'il se condense de proportions appréciables de liquide dans le récipient annexé à la cornue, il se dépose du diiodure d'étain en même temps qu'on observe un dégagement de gaz. Ce dernier, que nous avons recueilli avec beaucoup de soin et qui est en partie absorbable par le brome en donnant naissance à du bromure de propylène, est un mélange de propylène et d'hydrure de propyle. La décomposition éprouvée par le diiodure de distannpropyle dans les circonstances précédentes s'explique facilement au moyen de l'équation

$$Sn^2(C^6H^7)^2I^2 = Sn^2I^2 + C^6H^6 + C^6H^8.$$

» Il suit de là que, pour obtenir le diiodure de distannpropyle, il faut bien se garder de soumettre le produit de la réaction de l'iodure de propyle sur l'étain à la distillation, celle-ci amenant la décomposition d'une proportion assez notable de ce dernier, ou bien il faut l'opérer dans le vide, la température ne s'élevant pas assez dans ce cas pour que la décomposition puisse se produire.

» Nous nous sommes assurés que cette décomposition n'était pas particulière au diiodure de distannpropyle et que le diiodure de distannéthyle purifié par plusieurs cristallisations en éprouvait une toute semblable.

» Lorsqu'on le distille, on voit en effet se dégager comme précédemment un gaz, en même temps qu'il se dépose du diiodure d'étain; mais ici la proportion de matière décomposée est notablement plus faible, à moins qu'on ne surchauffe la vapeur, ainsi que nous l'avons constaté par l'expérience. Le gaz qui se dégage dans cette circonstance est un mélange d'éthylène et très-probablement d'hydrure d'éthyle. Traité par le brome, la moitié environ est absorbée avec formation d'un produit qui présente tous les caractères du dibromure d'éthylène.

» La composition du diiodure de distannpropyle est représentée par la formule

$$Sn^2(C^6H^7)^2I^2.$$

» Ce diiodure, qui à l'état de pureté se présente sous la forme d'un liquide incolore et très-réfringent, bout entre 270 et 273 degrés. En traitant ce composé par une solution aqueuse de potasse ou d'ammoniaque, on voit se séparer une substance blanche amorphe, insoluble dans l'eau froide ou chaude ainsi que dans l'alcool et dans l'éther. Purifié par de nombreux lavages, ce produit, qui n'est autre que l'oxyde de distannpropyle, se transforme, au contact de l'acide chlorhydrique bouillant, en une huile qui se prend par le refroidissement en une masse de magnifiques cristaux qui constituent le dichlorure de distannpropyle, fusible entre 80 et 81 degrés,

$$Sn^2(C^6H^7)^2Cl^2.$$

» L'acide fluorhydrique dissout à chaud l'oxyde de distannpropyle; par le refroidissement il se dépose des lamelles cristallines.

» La dissolution aqueuse d'acide bromhydrique se comporte de même que l'acide chlorhydrique et donne un dibromure liquide qui présente la plus grande ressemblance avec le diiodure.

» L'acide sulfurique étendu dissout l'oxyde de distannpropyle à chaud

et laisse déposer par le refroidissement un sel cristallisé. Ce dernier, qui se dissout mieux dans l'alcool que dans l'eau, surtout à chaud, s'en sépare par une évaporation très-lente sous la forme de beaux prismes transparents.

» L'acide nitrique donne un sel qui cristallise difficilement.

» L'acide acétique cristallisable s'unit à l'oxyde de distannpropyle à l'aide d'une douce chaleur. Si l'acide a été employé en excès, il se sépare une huile pesante qui conserve cet état pendant assez longtemps. Ajoute-t-on de l'eau, le liquide se trouble, et bientôt il se dépose de fines aiguilles qui se dissolvent dans l'alcool et s'en séparent par l'évaporation sous la forme de beaux prismes déliés.

» L'acide formique se comporte de même que l'acide acétique. L'acide oxalique forme dans la dissolution des sels de distannpropyle un précipité d'un beau blanc, insoluble dans l'eau froide ou chaude ainsi que dans l'alcool et dans l'éther. L'acide tartrique donne des sels très-nettement cristallisés.

» Lorsqu'on remplace l'étain métallique par un alliage de ce métal et de sodium renfermant 10 pour 100 de ce dernier, les choses se passent tout autrement. Verse-t-on par exemple par petites portions de l'iodure de propyle sur cet alliage, qu'on a préalablement réduit en poudre grossière, le mélange s'échauffe si fortement, qu'il est nécessaire de modérer l'action par des affusions d'eau froide. On termine l'opération en chauffant le vase qui renferme les matières pendant quelques heures au réfrigérant ascendant.

» Il se forme dans cette circonstance de l'*iodure de tristannpropyle*, qu'on peut facilement obtenir à l'état de pureté en traitant le contenu des ballons par l'éther, chassant ce dernier par une chauffe au bain-marie, puis distillant le résidu. Le produit, recueilli dans le récipient annexé à la cornue, se présente sous la forme d'un liquide incolore très-mobile, bouillant entre 260 et 262 degrés, et doué d'une odeur des plus pénétrantes.

» Cet iodure, dont la composition est représentée par la formule

$$Sn^2(C^6H^7)^3I,$$

se décompose au contact des sels d'argent; de l'iodure de ce métal se sépare en même temps qu'on obtient le sel correspondant de tristannpropyle.

» Distillé sur de la potasse caustique, cet iodure fournit un produit volatil, à peine soluble dans l'eau, cristallisable en très-beaux prismes et doué de propriétés alcalines très-prononcées. Ce composé, qui n'est autre que l'hydrate de l'oxyde correspondant et dont la composition est repré-

sentée par la formule

$$Sn^2(C^6H^7)^3HO^2 = Sn^2(C^6H^7)^3O, HO,$$

commence à fondre vers 22 degrés; à 30 degrés, il est complétement liquide. Au contact des acides organiques et minéraux, il donne naissance à des sels très-nettement cristallisés, qui présentent la ressemblance la plus parfaite avec les composés correspondants fournis par l'oxyde de tristannéthyle.

» L'acide chlorhydrique le transforme en un liquide incolore et très-mobile, dont l'odeur est encore plus forte et plus pénétrante que celle de l'iodure. Ce composé n'est autre que le chlorure

$$Sn^2(C^6H^7)^3Cl.$$

» L'acide bromhydrique engendre un produit analogue.

» L'acétate cristallise en belles aiguilles qui, peu solubles dans l'eau, se dissolvent facilement dans l'alcool. Le formiate et le butyrate, peu solubles comme l'acétate, présentent un aspect et une composition analogues.

» L'acide oxalique donne un sel qui cristallise très-bien.

» L'iodure de tristannpropyle réagit vivement sur le cyanure d'argent. Ce mélange, introduit dans une cornue au col de laquelle on adapte un tube d'un petit diamètre, étant soumis à l'action de la chaleur, on voit se condenser dans ce dernier un liquide qui ne tarde pas à se concréter en belles aiguilles. On observe en même temps une odeur qui rappelle celle des carbylamines. Lorsque, au lieu d'opérer comme précédemment, on chauffe en tubes scellés une solution alcoolique d'iodure de tristannpropyle avec le cyanure d'argent, on obtient une combinaison de ce dernier avec le cyanure organo-métallique qui se sépare sous la forme de petits cristaux doués d'un très-grand éclat.

» *Stannisopropyles.* — L'iodure d'isopropyle, chauffé pendant quelques jours au bain-marie en tubes scellés avec des feuilles d'étain, est encore plus facilement attaqué que l'iodure de propyle et donne un produit, de composition identique, qui n'est autre que le *diiodure de distannisopropyle.*

» Le liquide extrait des ballons, ayant été soumis à la distillation, a laissé dégager des vapeurs entre 90 et 100 degrés; puis la température a monté rapidement jusqu'à 250 à 255 degrés, en même temps qu'il s'est séparé d'assez fortes proportions d'iodure rouge d'étain. Ce dépôt d'iodure était accompagné d'un dégagement de gaz que nous avons recueilli soigneusement. Ce dernier, traité par le brome, a donné un liquide pesant, doué d'une

odeur aromatique et bouillant à 143 degrés, possédant tous les caractères du bromure de propylène et laissant une forte proportion d'un gaz brûlant avec une flamme très-éclairante.

» Le liquide condensé dans le récipient, soumis à une nouvelle rectification, a passé presque entièrement entre 265 et 268 degrés; comme précédemment, vers 250 degrés il s'est produit un dépôt d'iodure d'étain accompagné d'un dégagement de gaz. Le liquide bouillant entre 265 et 268 degrés n'est autre, ainsi que l'établit l'analyse, que le diiodure de distannisopropyle

$$Sn^2(C^6H^7)^2I^2.$$

» Sa formation est accompagnée de celle d'une très-petite quantité d'iodure de tristannisopropyle.

» L'ammoniaque et la potasse en solutions aqueuses décomposent ce produit et mettent en liberté l'oxyde correspondant, qui se sépare sous la forme d'une matière amorphe d'un très-beau blanc; ce dernier, lavé à l'eau chaude, se dissout dans les acides en donnant naissance à des composés qui présentent la plus parfaite ressemblance avec ceux que fournit l'oxyde de distannpropyle. C'est ainsi que l'acide chlorhydrique le transforme en un chlorure cristallisable en belles aiguilles satinées, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther, et fondant un peu plus bas que le chlorure propylique, entre 56,5 et 57,5. L'acide fluorhydrique le dissout à chaud; par le refroidissement il se dépose de belles lames qui fondent entre 120 et 125 degrés.

» L'acide acétique s'unit à l'oxyde de distannisopropyle et forme un sel qui cristallise en longues aiguilles incolores et transparentes. Les acides formique et butyrique donnent des résultats semblables.

» L'acide oxalique donne un sel, insoluble dans l'alcool et dans l'eau, qui se dépose sous la forme d'un précipité floconneux.

» L'acide sulfurique forme un sel qui tantôt se présente en mamelons formés de prismes transparents, tantôt en longues aiguilles flexibles.

» Le phosphate de soude forme dans la dissolution de l'acétate un précipité blanc cristallin.

» Lorsqu'on remplace l'étain en feuilles par l'alliage à 10 pour 100 de sodium, on n'observe pas de résultats analogues à ceux que nous avons signalés en parlant de l'iodure de propyle; le mélange des deux corps ne s'échauffe pas en effet, et il est nécessaire de le maintenir au bain-marie pendant un certain nombre d'heures pour que la réaction soit complète.

» En épuisant le produit retiré des ballons par l'éther, chassant ce dernier par une chauffe au bain-marie et soumettant le résidu à la distillation, nous avons obtenu un liquide à peine coloré en jaune, très-mobile et bouillant entre 256 et 258 degrés. La composition de ce produit, isomère de l'iodure de tristannpropyle, et qui n'est autre que l'*iodure de tristannisopropyle*, est représentée par la formule

$$Sn^2(C^6H^7)^3I.$$

» Distillé sur de la potasse caustique, il se décompose en dégageant une vapeur épaisse se condensant en une huile qui ne se concrète pas à la température ordinaire, ainsi qu'on l'observe dans le cas de l'iodure de tristannpropyle. Ce produit n'est autre que l'*hydrate d'oxyde de tristannisopropyle*

$$Sn^2(C^6H^7)^3HO^2 = Sn^2(C^6H^7)^3O, HO,$$

isomère de l'hydrate d'oxyde de tristannpropyle.

» Cette substance, dont la réaction est également alcaline, s'unit à l'acide acétique en produisant un sel cristallisé en belles aiguilles, qui ressemble complétement à l'acétate de tristannpropyle. Les acides formique et butyrique se comportent d'une manière analogue et donnent naissance à des sels qui présentent la plus parfaite ressemblance avec le précédent.

» L'acide sulfurique donne également un sel cristallisé. Il en est de même de l'acide oxalique.

» De la comparaison des propriétés physiques des composés du stannpropyle et du stannisopropyle il ressort ce fait que les derniers présentent une fusibilité et une volatilité plus grandes que les premiers, résultat parfaitement conforme à celui que nous révèle l'examen comparatif des divers composés isopropyliques et propyliques.

» Les résultats consignés dans cette Note établissent de la manière la plus nette les ressemblances qui existent entre les dérivés stannés du propyle et de l'isopropyle et ceux du méthyle et de l'éthyle.

» Dans une prochaine Note, nous ferons connaître les dérivés stannés du butyle et de l'amyle. »

HYDROLOGIE. — *Sur la quantité d'acide nitrique renfermée dans l'eau du Nil avant et après la crue.* Note de M. D'ABBADIE.

« En 1844, étant à Saqa, dans un pays de l'Afrique intérieure que les indigènes disent appartenir au bassin du Nil, j'écrivais, comme résultat de

mes observations, que des orages accompagnent la très-majeure partie des pluies éthiopiennes et que, si l'acide nitrique formé par les éclairs n'était pas tout absorbé en route, on en trouverait des traces dans l'eau du Nil au Caire.

» Ce projet d'expériences fut publié en 1858 ([1]), et j'ai pu le réaliser enfin l'an dernier, grâce au concours obligeant de deux de nos confrères. Comme il était important de contrôler les résultats et de montrer que la quantité d'acide nitrique augmentait avec celle des pluies d'orage, M. de Lesseps demanda qu'on puisât l'eau du Nil avant, pendant et après la crue de ce fleuve. J'envoyai successivement ces échantillons à M. Boussingault, qui voulut bien les faire analyser. Voici les résultats obtenus pour ces trois échantillons pris à des époques espacées de deux mois environ : 0,01, 0,0038, et 0,002 gramme d'acide nitrique par litre d'eau. Cette dernière quantité présente seule quelques doutes. L'eau qui l'a fournie fut puisée quand le Nil était rentré entièrement dans son lit, et elle est arrivée en France dans un état de putréfaction dû au mélange de matières organiques en fermentation, qui réduisent alors les nitrates.

» On sait que près du Caire le Nil commence à monter au solstice d'été et que la crue y atteint son maximum en moins d'une semaine après l'équinoxe d'automne. Épandue sur les terrains alluviaux de l'Égypte, cette eau y produit une fertilité renommée depuis la plus haute antiquité et qu'on doit attribuer en partie à la présence de l'acide nitrique.

» Il y a longtemps que M. Boussingault s'est préoccupé de cette question, et, dans sa *Chimie agricole* ([2]), il donne $0^{gr},004$ d'acide nitrique ou $0^{gr},0075$ de nitrate de potasse par litre pour la quantité contenue dans l'eau du Nil en 1859. Comme termes de comparaison, il cite $0^{gr},002$ de ce sel recueillis en mars dans l'eau du Rhin à Bâle et $0^{gr},0018$ trouvés dans celle de la Seine en 1846. Enfin il fait observer qu'en calculant d'après le débit du Nil dans ses basses eaux seulement, et en suivant les données du maréchal Marmont, ce fleuve emporte tous les jours dans la mer plus d'un million de kilogrammes de salpêtre.

» Aux analyses ci-dessus on voudrait joindre la date précise du jour où chaque échantillon a été puisé. Le premier ci-dessus mentionné est arrivé à Paris le 31 juillet et a pu être pris dans le fleuve au plus tard le 10 du même mois. La quantité d'acide nitrique qu'on y a trouvée est plus de deux fois celle qu'on y a constatée plus tard. Nos agronomes voudront

---

([1]) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 63.

([2]) T. II, p. 63.

vérifier cette anomalie apparente et feront des vœux pour que l'eau du Nil soit étudiée sous ce rapport en plusieurs fois et à des saisons différentes.

» Tout n'est pas encore dit sur les crues de ce fleuve. Il serait bon d'en étudier les variations d'année en année. Bien qu'on les observe depuis un temps immémorial, ces mesures, souvent cachées jadis dans un but fiscal, ne sont pas encore publiées régulièrement. A cet égard, il suffit peut-être d'exprimer notre vœu pour qu'il soit prochainement exaucé, au moins quant aux années passées, car la hauteur du Nil rend compte des pluies tombées dans le plus vaste bassin de l'Afrique. Le jour n'est peut-être pas éloigné où l'on pourra comparer ces crues avec des observations directes de la pluie recueillie dans le bassin du fleuve Bleu, qui apporte au Nil la majeure partie de ses crues. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'origine des sons dans le téléphone.* Note de M. TH. DU MONCEL.

« Les expériences de MM. Spottiswoode, Warwick, Canestrelli, Paul Roy, Millar, Lloyd, etc., et surtout celles de M. Ader, ont bien démontré que la parole pouvait être reproduite par un noyau magnétique simplement enveloppé par une hélice électro-magnétique; mais, dans la plupart de ces expériences, on employait pour transmetteur un parleur microphonique actionné par une pile plus ou moins énergique. Or on pouvait dire que, si une pile était nécessaire pour déterminer les vibrations reproduisant dans ce cas la parole, ces vibrations pourraient bien ne pas être obtenues avec les courants si faibles qui sont engendrés dans un téléphone Bell devant lequel on parle. Dès lors, l'explication que j'avais donnée pour rendre compte des effets produits dans le téléphone Bell ne se trouvait pas complétement justifiée par les expériences citées précédemment. Il s'agissait donc de montrer que la parole pouvait être transmise, dans les conditions des expériences de M. Ader, avec les seuls courants induits provoqués par un téléphone servant de transmetteur. Or, j'ai fait à cet égard des expériences qui sont tout à fait concluantes. J'ai pris en effet pour organe transmetteur un des téléphones de petit modèle à enveloppe d'ébonite que construit M. Breguet et pour organe récepteur le petit appareil que j'ai décrit dans une Note présentée à l'Académie le 17 mars 1879. C'est un petit fragment de ressort de montre fixé sur une petite planchette de sapin et enveloppé, dans sa partie en contact avec la planche, d'une

petite hélice en fil très-fin n° 32. Ce petit fragment de ressort, qui dépassait la bobine d'environ 2 centimètres, était fortement aimanté, et, quand le fil de l'hélice se trouvait réuni au circuit du téléphone, il suffisait d'appliquer la planchette de bois contre l'oreille pour que les paroles prononcées dans le téléphone fussent entendues d'une manière distincte. Sans doute, cette reproduction de la parole était un peu faible, et l'on était obligé de parler dans le téléphone avec une voix aussi forte que pour faire fonctionner le phonographe; mais la répétition des mots était très-nette, et l'on pouvait être certain que la transmission mécanique des sons n'en était pas la cause, car, si l'on réunissait à un seul bout du fil de l'hélice les deux fils conducteurs du circuit, on ne percevait aucun son.

» Il est donc bien certain que les courants induits produits par un téléphone Bell peuvent déterminer la reproduction de la parole dans une lame magnétisée entourée d'une hélice, sans qu'il soit besoin d'aucun diaphragme influencé par cette lame. Je suis donc convaincu plus que jamais que les sons produits dans un téléphone Bell ordinaire ne sont que le résultat des effets moléculaires déterminés dans sont diaphragme, par suite des aimantations et désaimantations que celui-ci subit sous l'influence des variations de l'état magnétique du barreau aimanté. Si l'on entend mieux avec un téléphone muni de son diaphragme, c'est donc parce que ce diaphragme, en servant d'armature, surexcite la puissance magnétique du barreau aimanté, et qu'il se trouve lui-même affecté par les vibrations de la boîte du téléphone, fixée à l'un des bouts de ce barreau aimanté. M. l'abbé Laborde a, du reste, démontré ce dernier effet d'une manière très-ingénieuse, en montrant qu'un diaphragme fait avec une matière non magnétique quelconque transmet les sons, quelle que soit sa position par rapport au noyau magnétique, pourvu qu'il y ait contact entre lui et la boîte du téléphone, et il a même reconnu qu'un diaphragme en fer, étant éloigné du noyau magnétique, reproduisait les sons de la même manière que tout autre diaphragme placé dans la même position : seulement, dans le voisinage de l'aimant, les sons étaient reproduits avec une beaucoup plus grande force, en raison précisément de la plus grande énergie communiquée alors au système magnétique. Toutefois, il n'est pas à dire pour cela que des vibrations résultant d'attractions électro-magnétiques ne puissent être produites dans un téléphone; mais il faut alors que les courants transmis soient assez intenses pour déterminer ces attractions, et il m'est impossible d'admettre qu'un courant électrique, qui, d'après M. Galileo Ferraris, n'a pas une intensité supérieure à celle d'un courant d'un élément

Daniell qui aurait traversé un circuit télégraphique d'une longueur égale à deux cent quatre-vingt-dix fois le tour du globe terrestre, soit susceptible de provoquer des attractions électro-magnétiques capables d'engendrer les vibrations multiples qui constituent les sons de la parole. Je crois donc que la théorie que j'ai émise dans ma Note du 4 mars 1878 est aujourd'hui parfaitement démontrée. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le canal maritime interocéanique;* par M. DE LESSEPS.

« Pendant les quinze derniers jours, un grand événement s'est produit. Des assises de la Science universelle ont été tenues à la Société géographique de Paris par des délégués de tous les pays, afin de fixer la ligne par laquelle un canal maritime devra être établi entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique.

» Mon devoir est de vous rendre compte des circonstances qui m'ont déterminé à accepter la mission d'exécuter le projet reconnu scientifiquement possible par le vote du Congrès interocéanique.

» Je considère que nous sommes tous un peu solidaires de nos actes publics en dehors de cette assemblée fraternelle; aussi, dans la nouvelle voie où je vais entrer, je tiens à vous expliquer ma situation. J'ai déjà eu l'honneur, l'année dernière, de vous rendre compte de la première exploration de MM. Wyse et Reclus, lieutenants de vaisseau, de M. Celler, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et de plusieurs autres ingénieurs étrangers, envoyés par une Société d'études française. Cette expédition eut un résultat négatif, suivant le Rapport que les auteurs du projet d'un canal à niveau sans écluses ont eu la loyauté de publier.

» Je vous ai alors annoncé qu'à la suite du Congrès universel de Géographie convoqué à Paris en 1875 par l'amiral de la Roncière Le Noury, président de la Société géographique de Paris, j'avais été chargé de présider une Commission à l'effet d'étudier tous les projets de canal interocéanique qui lui seraient présentés, jusqu'au moment où elle serait en mesure de provoquer une décision scientifique sur tel ou tel projet.

» Au commencement de cette année, MM. Wyse et Reclus, de retour d'une seconde exploration, nous ont apporté un projet parfaitement étudié. Leurs opérations sur les lieux concluaient à la possibilité d'établir la communication maritime entre Colon-Aspinwal et Panama, en suivant parallèlement le tracé du chemin de fer, avec l'avantage de posséder d'excellents

ports aux deux extrémités. Cette ligne de 73 kilomètres imposera l'obligation de percer par un tunnel ou d'abattre par une tranchée à ciel ouvert une montagne de granit ayant 6 kilomètres de longueur et une hauteur maximum de 90 mètres au-dessus du niveau de la mer. On devra en outre creuser un nouveau lit à la rivière Chagres, en détournant ses eaux vers le Pacifique, afin que l'abondance des crues fluviales dans certaines saisons ne vienne pas troubler la navigation du canal maritime.

» Nous étions déjà en possession des documents concernant d'autres tracés, parmi lesquels se trouvaient en première ligne les Mémoires et plans résultant des opérations faites depuis vingt ans par l'amiral Ammen, le capitaine de vaisseau Sedfridge et l'ingénieur Menocal, ainsi que par d'autres savants explorateurs américains. Je n'estime pas à moins de 25 millions de francs les dépenses faites à ce sujet par le gouvernement des États-Unis, dont les études ont successivement servi de base aux auteurs de tous les projets de canal interocéanique.

» Ce fut au commencement de cette année qu'au nom des Sociétés de Géographie et de Géographie commerciale de Paris, et d'accord avec leurs présidents et secrétaires généraux, je convoquai les membres du Congrès qui, venus au jour fixé de toutes les parties du monde, se sont trouvés réunis le 15 mai. J'avais pour auxiliaire M. Henry Bionne, ancien officier de marine, docteur en Droit et en Médecine, qui sera le secrétaire général de la Compagnie universelle du canal interocéanique.

» Tous les membres du Congrès, hommes de science et de dévouement désintéressé, ont travaillé sans relâche, étudiant minutieusement les divers projets qui leur étaient soumis, les voies et moyens, les avantages qu'allaient retirer de la nouvelle route le commerce et l'industrie. Le vote du 29 mai est le résultat de ces travaux consciencieux, où n'a cessé de régner la plus complète impartialité

» Le Congrès a écarté la voie de Tehuantepec, qui demandait cent vingt écluses; il a reconnu que le canal par le grand lac de Nicaragua, avec douze ou quatorze écluses, était possible, mais qu'il n'offrirait pas à la navigation une assez grande rapidité de transit et une complète sécurité pour le fonctionnement des travaux d'art.

» Examinant alors le canal à niveau, il a reconnu que le tracé de San Blas présentait des obstacles presque insurmontables et que celui de l'Atrato-Napipi offrait de graves inconvénients, à cause de sa longueur, de 292 kilomètres, et des difficultés de navigation.

» Le projet Wyse-Reclus ayant été adopté en séance générale, à une

majorité considérable, j'ai été désigné par les acclamations de l'assemblée entière et d'un nombreux public pour diriger l'entreprise. J'ai promis d'imiter ce que j'avais fait pour le canal de Suez.

» Je vous dis aujourd'hui, Messieurs, que, si j'ai réussi dans ma première entreprise, ayant eu à combattre de grandes oppositions, j'ai la confiance que le succès couronnera mes efforts dans ma seconde entreprise.

» Je me suis empressé, après la clôture du Congrès, de réunir le comité de la Société civile qui avait généreusement, je dois le dire, fourni tous les fonds nécessaires aux expéditions de MM. Wyse et Reclus, qui avait obtenu du gouvernement colombien la concession d'un canal traversant ses États, avec l'abandon d'un grand nombre d'hectares de terrain, et qui en outre avait fait une convention fort profitable pour les travaux d'exécution avec le chemin de fer de Panama, nanti d'un privilége dans la zone où se creusera le canal maritime.

» Il est évident que cette Société avait le droit d'exécuter le projet en faveur duquel le Congrès s'était prononcé; mais, lui ayant annoncé que si elle profitait de son droit je me retirerais, et ses représentants ayant de leur côté déclaré qu'ils ne pourraient rien faire sans ma direction, je leur ai proposé de me faire connaître leurs prétentions, persuadé que l'évaluation de leurs droits présenterait un chiffre justement rémunérateur, chiffre qui d'ailleurs serait publié avec les pièces justificatives. J'ajoutai que la Société dont je me réservais la formation se présenterait à la souscription publique libre de tout précédent, sans le concours des gouvernements ni de spéculation financière d'aucune espèce, et qu'elle appliquerait uniquement le capital qui sera réalisé à l'exécution de l'entreprise, sans que la Société d'émission des actions ait à présenter ce que l'on appelle un apport susceptible d'être remboursé à son avantage.

» Ces détails m'ont paru nécessaires pour vous montrer que je ferai une seconde fois ce que j'ai fait la première fois. La maison du canal interocéanique sera de verre comme l'a été celle du canal de Suez; le public pourra voir chaque jour ce qui s'y passera.

» Les témoignages que je reçois de tous côtés par lettres ou par télégrammes des contrées les plus éloignées sont la promesse de la réussite de l'entreprise.

» Les États-Unis, tenus au courant des travaux du Congrès par le *New-York Herald,* auquel M. Bennett envoyait journellement de Paris trois cents mots, se montrent déjà très-favorables. A Paris, la presse de toutes les opinions a été unanime pour appuyer la décision du Congrès.

» Je vais vous donner lecture d'une dépêche que je viens de recevoir de Russie :

« Grand-duc Constantin, Livadia, à Lesseps, Paris.

» Je vous remercie sincèrement de votre aimable dépêche adressée à Pétersbourg et que j'ai reçue en Crimée. Je suis content que notre Société géographique ait pu prendre part aux délibérations et aux résolutions du Congrès en la personne de l'amiral Likhatchoff. »

» J'ajouterai, comme démonstration qui m'a paru la plus significative, que, me trouvant hier à Nanterre et sortant de la salle municipale à l'occasion de la fête annuelle de la Rosière, j'ai été abordé par un groupe de paysans. L'un d'eux, prenant la parole, me dit : « A quand la souscription » des actions du canal américain ? Nous serons des vôtres. »

» Par cette voix populaire, il m'a semblé entendre le *vox Dei*, et j'ai immédiatement pris la résolution de ne pas tarder à faire dans tous les pays l'appel d'un capital de 400 millions. »

OPTIQUE. — *Sur les raies de la vapeur de sodium.* Extrait d'une Lettre de M. N. Lockyer à M. Dumas.

« Dans des expériences dans lesquelles j'ai employé une méthode nouvelle, je trouve que la vapeur venant du sodium, après une longue distillation dans le vide, ne donne point la raie D (!!) tout près du métal ; plus loin on trouve la raie D seule, et, au-dessus de tout, les raies de l'hydrogène seules

» Le potassium m'a donné des résultats du même ordre, toujours avec l'hydrogène. J'emploie un courant électrique pour illuminer les vapeurs.

» Le fait capital est l'absence de la raie D; j'étudie toujours d'où vient l'hydrogène. Après deux ou trois heures, le métal, même quand il est rouge, se volatilise très-doucement. »

MINÉRALOGIE. — *Figures de Widmannstætten sur le fer artificiel.* Note de M. J.-Lawrence Smith.

« Ces figures, qui sont développées par l'action de l'acide sur une surface polie des fers météoriques, ont été ordinairement considérées comme caractéristiques des fers météoriques, quoique certains d'entre eux (ceux même qui ont la structure la plus cristalline, comme le fer de Seirei County,

Tennessee) ne fournissent pas ces figures, démontrant que leur structure cristalline n'est pas la seule cause de leur production.

» Un produit artificiel d'un alliage de fer, de nickel, etc. (semblable au fer météorique), donnait à M. Daubrée (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 371; 1866) ces mêmes figures, et, plus tard, M. Meunier obtenait le même résultat sur un alliage semblable obtenu en décomposant un mélange de chlorures de fer et de nickel.

» Dans l'échantillon que je présente à l'Académie, il n'y a qu'un seul métal, mais il est associé avec du silicium. La matière employée était un morceau de l'échantillon remarquable de siliciure de fer que j'ai décrit l'an dernier (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 926; 1878).

» Quand on fond ce siliciure de fer sur un morceau de chaux par le chalumeau à gaz, et qu'on le laisse refroidir, immédiatement il se solidifie sans oxydation et sans aucune apparence cristalline soit sur la surface, soit dans les cavités de l'intérieur. Mais, si l'on retient le fer en fusion pendant quinze ou vingt minutes avec accès d'oxygène en excès, une espèce de coupellation aura lieu, avec oxydation d'une portion du silicium, la silice formée se combinant avec la chaux.

» Le bouton du métal, en se refroidissant, est sans oxydation et, vu avec la loupe, présente une surface réticulée. Si la surface est polie et la masse plongée dans de l'acide nitrique chaud, après un peu de temps, quelques milligrammes seront dissous, et il sera développé sur la surface des lignes, très-délicates et très-nettes, semblables aux figures de Widmannstætten; elles ne sont pas tout à fait si bien marquées que celles du fer de Dickson County, mais elles leur ressemblent beaucoup, ce dernier ayant aussi les lignes réticulées à l'extérieur.

» Je note ce fait pour faire voir que le fer artificiel, sans la présence d'aucun autre métal, peut ressembler au fer météorique en donnant ces figures; maintenant nous avons les alliages de fer et de nickel faits respectivement par MM. Daubrée et Meunier, le fer nickelé d'Ovifak et le siliciure de fer qui donnent les figures de Widmannstætten. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Tisserand*, élu Membre titulaire.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Schiaparelli obtient.	43	suffrages.
M. Warren de la Rue.	8	»

M. **Schiaparelli**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de M. *de Baer*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Huxley obtient	41	suffrages
M. Agassiz »	5	»
M. Bischoff »	1	»

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Huxley**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Delaurier** adresse un Mémoire intitulé : « Recherches scientifiques sur un système de construction de navires inchavirables, insubmersibles, ayant très-peu de tangage et de roulis, et mus par la force des vagues ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dupuy de Lôme, Tresca.)

L'Académie reçoit, pour les différents Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les Ouvrages imprimés mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES (Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés en France).

M. H. **Filhol** : « Étude des Mammifères fossiles de Saint-Gérand-le-Puy (Allier) ».

M. V. **Lemoine** : « Recherches sur les ossements fossiles des terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims ».

PRIX BORDIN. (Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs, etc.)

ANONYME : Mémoire portant pour épigraphe « Quærite, nec semper invenietis ».

ANONYME : Mémoire portant pour épigraphe « Fais ce que dois ».

CONCOURS LACAZE (Physique).

ANONYME : « Principes mathématiques des lois générales du monde physique ». Mémoire portant pour épigraphe « Mole suâ stat ».

CONCOURS LACAZE (Chimie).

M. GODEFROY : « Appareil pour la fabrication industrielle de l'acide sulfureux ».

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

M. BERRIER-FONTAINE : Un Mémoire déposé le 30 mai 1876.

M. L. BRÉMOND : « De l'absorption cutanée ».

M. CHAMBERLAND : Liste de Mémoires présentés au Concours.

M. HARZÉ : « Description d'une méthode opératoire nouvelle et de son appareil instrumental ».

M. JOUBERT : Liste de Mémoires présentés au Concours.

CONCOURS MONTYON (Arts insalubres).

MM. BOUTMY et FAUCHEZ : « Sur la fabrication industrielle de la dynamite ».

M. LÉARD : « Mémoire descriptif d'un appareil déstiné à faciliter la respiration dans tout milieu aérien non respirable ».

CONCOURS BRÉANT (Choléra).

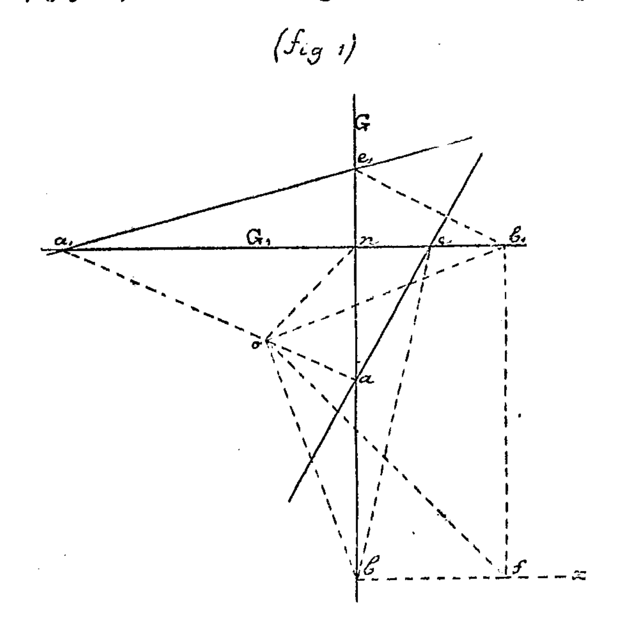
M. TOUSSAINT : « Recherches expérimentales sur la maladie charbonneuse ». — « Sur le choléra des oiseaux de basse-cour. Étude au point de vue du microbe parasite de cette maladie ».

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des surfaces réglées.* Note de M. A. MANNHEIM.

« L'emploi de quelques propositions de Géométrie cinématique permet d'arriver à des démonstrations d'une grande simplicité : c'est ce qui va ressortir de cette Note, dans laquelle je me propose d'établir des propriétés d'un mode de transformation des surfaces réglées qui est très-utile dans l'étude de la surface de l'onde et des surfaces apsidales.

» Soient (G) (*fig.* 1) une surface réglée donnée et o un point fixe. Par ce



point et une génératrice G de (G) on fait passer un plan que l'on fait tourner d'un angle droit autour de o. La droite G vient prendre la position G_1 (¹). Les droites telles que G_1 forment une surface (G_1) transformée de (G).

» Pour trouver quelques propriétés de (G_1), prenons l'angle droit (G, G_1) et sa bissectrice no. Déplaçons cet angle de façon que G engendre (G), que le point n décrive la ligne d'intersection des surfaces (G) et (G_1), et que la droite no passe toujours par le point o : alors G_1 engendre (G_1). Nous ob-

(¹) En faisant tourner le plan dans l'autre sens, on obtient une nouvelle position de G; nous ne considérerons que G_1.

tenons ainsi une surface (G_1), engendrée par une droite G_1 entraînée pendant le déplacement d'une figure de forme invariable, et nous n'avons qu'à appliquer quelques propositions relatives au déplacement d'une pareille figure pour trouver des propriétés de (G_1).

» Pour un déplacement infiniment petit, le plan mobile (G, G_1) a une caractéristique qui doit passer par o, puisque ce point est fixe, et respectivement par les points a et a_1, où il touche (G) et (G_1). Donc : *Les points de contact a, a_1 du plan (G, G_1) avec les surfaces (G) et (G_1) sont sur une droite qui passe par o*

» Soit f le foyer du plan mobile (G, G_1). Ce point est sur la perpendiculaire of à on, puisque la droite on passe toujours par le point o. Projetons f en b et b_1 sur G et G_1. Le plan (G, G_1) est normal à (G) et (G_1) en ces points b et b_1. Les points o, f, b, n, b_1 sont sur une circonférence décrite sur fn comme diamètre. L'angle bob_1 est alors droit. Le point b_1 est donc la position que prend b lorsque G est venu en G_1.

» En disant que b_1 correspond à b, nous avons alors cette propriété : *Le plan (G, G_1) est normal aux surfaces (G) et (G_1) en des points b, b_1 qui se correspondent.*

» Le plan central de (G) est parallèle à l'axe du déplacement de la figure mobile ; de même pour (G_1). Mais cet axe est aussi parallèle au plan mené par la caractéristique aa_1 perpendiculairement au plan (G, G_1). Donc : *Sur le plan mené par aa_1 perpendiculairement au plan (G, G_1), les traces des plans centraux de (G) et de (G_1) sont des droites parallèles entre elles.*

» Le plan normal en n à la trajectoire de ce point passe par le foyer f; sa trace sur le plan (G, G_1) est alors nf. Appelons b' le point où ce plan normal rencontre la perpendiculaire élevée en b_1 au plan (G, G_1). La droite nb' est la normale en n à (G), et fb' est parallèle à la normale en n à (G_1). Appelons ν l'angle que la normale en n à (G) fait avec la normale en b à cette surface. On a $\operatorname{tang}\nu = \frac{b_1 b'}{n b_1}$; de même pour (G_1), on a $\operatorname{tang}\nu_1 = \frac{b_1 b'}{bn}$, par suite $\frac{\operatorname{tang}\nu}{\operatorname{tang}\nu_1} = \frac{bn}{b_1 n}$. Nous pouvons donc déterminer l'angle ν_1 pour le point n de G_1.

» Pour la génératrice G_1, nous connaissons maintenant aux trois points a_1, b_1, n les normales à (G_1); nous pouvons alors déterminer la normale à cette surface en un point quelconque de G_1. A cet effet, nous allons construire la *droite auxiliaire* de (G_1) (1).

---

(1) Voir *Mémoire sur les pinceaux de droites*, etc. (*Journal de Mathématiques* de M. Liouville, 2e série, t. XVII).

» Traçons d'abord la droite auxiliaire de (G), en prenant comme origines le point b et la normale en ce point à (G). Au point b, sur le plan (G, G_1), j'élève la perpendiculaire bx à G : cette droite est la normale en b à (G). Je mène be de façon que l'angle xbe soit égal à ν : cette droite rencontre la perpendiculaire élevée du point n à G en un point qui appartient à la droite auxiliaire cherchée. On voit aussi que a est un point de cette droite : donc ae est la droite auxiliaire de (G). Traçons de même la droite auxiliaire $a_1 e_1$ de (G_1) au moyen de l'angle ν_1.

» On a

$$\tang \nu = \frac{bn}{ne}, \quad \tang \nu_1 = \frac{b_1 n}{ne_1};$$

d'où

$$\frac{\tang \nu}{\tang \nu_1} = \frac{bn}{b_1 n} \times \frac{ne_1}{ne}.$$

» En comparant cette expression avec celle qui a été trouvée précédemment, on voit que $ne_1 = ne$. Ainsi : *Pour construire la droite auxiliaire de* (G_1), *il suffit de joindre le point* a_1 *au point* e_1, *qu'on obtient en portant le segment* $\overline{ne_1}$ *égal au segment* $\overline{ne}$.

» Au moyen de $a_1 e_1$, *on construit facilement le point central sur* G_1 : on abaisse du point b_1 une perpendiculaire sur $a_1 e_1$, et l'on projette le pied de cette droite sur G_1. Si (G) est une surface développable, a et b sont confondus : l'angle $b_1 o a_1$ est alors droit. Donc : *La transformée d'une surface développable est telle, qu'un plan passant par o et une génératrice touche cette transformée et lui est normal en des points qui comprennent un segment vu du point o sous un angle droit.*

» La réciproque de cette proposition est évidemment vraie.

» Modifions les conditions de déplacement de la génératrice mobile G. Supposons que G engendre (G) de façon que le point m décrive une trajectoire orthogonale des génératrices de cette surface. Pour un déplacement infiniment petit, le point b décrit une trajectoire normale à G, et, comme en ce point le plan tangent à (G) est perpendiculaire au plan (o, G), l'élément décrit par b est normal à ce plan.

» Le point b_1, correspondant à b, décrit alors aussi un élément normal au plan (o, G). La droite G_1, se déplaçant sur (G_1) de façon que b_1 décrive cet élément, fait décrire à tous ses points des éléments qui lui sont perpendiculaires : le point m_1, correspondant à m, décrit alors un élément de la trajectoire orthogonale des génératrices de G_1.

» On peut répéter le même raisonnement en prenant pour chacune des positions de G un point tel que b. Donc : *Aux points d'une trajectoire ortho-*

gonale des génératrices de (G) *correspondent les points d'une trajectoire orthogonale des génératrices de* (G_1).

» Le mode de transformation que nous venons d'étudier est *applicable à tous les systèmes de droites*. Dans le cas d'un pinceau de normales, en employant la dernière propriété démontrée, on est conduit à cette proposition : *Un pinceau de normales à une surface a pour transformée un pinceau de normales*.

» Sous une autre forme, ce résultat est bien connu; j'en ferai usage dans une prochaine Communication. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires pendant le premier trimestre de l'année* 1879. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des observations solaires que j'ai faites pendant le premier trimestre de l'année 1879. Bien que la saison ait été presque entièrement contraire, cependant le nombre des jours utilisés est de trente-cinq, dont trente-deux figurent sans taches et sans trous ; la fréquence relative des taches, les trous compris, est celle-ci :

Janvier	1,00
Février	0,00
Mars	0,00
Moyenne par jour	0,33

c'est-à-dire que la fréquence se trouve plus petite que celle qui a été obtenue pour l'année 1878; l'activité solaire, calculée avec les observations de Palerme, serait représentée ainsi :

1877	71,53
1878	1,06
1879 (premier trimestre)	0,01

» Une diminution analogue a été constatée pour les protubérances hydrogéniques, qui étaient presque toutes situées dans l'hémisphère boréal solaire, condition qui semble être caractéristique du *minimum*. Les facules, au contraire, se sont conservées dans la zone équatoriale, et même dans ce trimestre elles ont présenté une fréquence spéciale aux pôles. L'examen des raies du magnésium et de la raie coronale confirme aussi la diminution de l'activité solaire, car avec les mêmes conditions d'observation

on a, pour le premier trimestre de 1878, les chiffres 17,7 (b) et 28,5 (1474 K), tandis que pour le premier trimestre de 1879 on a 0,6 (b) et 1,2 (1474 K). Il me paraît donc permis de conclure que le minimum des taches, d'accord avec la diminution des autres phénomènes solaires, s'est étendu même au premier trimestre de 1879.

» Je profite de cette Note pour ajouter que même en avril et en mai courant la saison s'est conservée très-mauvaise, et, avec la neige tombée sur les montagnes de Sicile, nous avons observé à Palerme, le 15 mai, un minimum thermométrique de + 8°,9, vraiment extraordinaire pour notre climat. La série des observations thermographiques régulières commence seulement en 1865, et il est bien curieux qu'en mai 1865 on trouve la température de + 9°,7. En comparant tous les minima du mois de mai de la période comprise entre 1865 et 1879, on voit que dans l'intervalle 1868-1873, c'est-à-dire à l'époque du maximum des taches, le minimum thermométrique de mai tombe entre + 12° et + 16°, et dans les années qui précèdent et suivent ladite période, c'est-à-dire aux époques du minimum des taches, le minimum thermométrique de mai descend entre +9° et + 12°. En outre, les années 1877, 1878 et 1879 ont été, pour Palerme, des années où la neige a été abondante. Si donc l'ensemble des faits que j'ai observés était suffisant pour considérer comme certain un tel rapport entre les phénomènes solaires et les conditions météorologiques exceptionnelles en Sicile, on pourrait prévoir que l'hiver et le printemps normaux se représenteront, pour Palerme, dans la prochaine période 1881-1886.

» Enfin je dois annoncer à l'Académie que, pendant la nuit du 17 mai, il est tombé ici, avec la pluie, une quantité extraordinaire d'une poussière jaunâtre qui, examinée au microscope, présente, comme celle de février, un grand nombre de sphérules de fer magnétique. »

PHYSIQUE. — *Disposition nouvelle propre à augmenter la sensibilité de la plaque vibrante du téléphone.* Note de M. C. DECHARME.

« En étudiant le mode vibratoire des plateaux circulaires, j'ai eu l'occasion de faire l'observation suivante, qui pourrait, je crois, trouver quelque application utile, notamment dans l'emploi du téléphone.

» Lorsqu'on se place à quelques décimètres et même à 1 mètre au-dessus ou dans le voisinage d'un plateau de verre, de laiton ou de fer-blanc,

de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre, fixé par son centre à un support solide, et que l'on émet, même très-doucement, un des sons que ce plateau peut rendre, on entend ce son reproduit avec assez d'intensité pour être perçu à la distance de plusieurs mètres. J'ai remarqué que, dans cette circonstance, le plateau était beaucoup plus sensible à l'action de la voix quand il était ainsi fixé par le centre, que lorsqu'il reposait par quelques points de son pourtour sur des obstacles fixes, comme des arêtes ou des pointes de bouchons de liége.

» Je conclus de cette expérience qu'en employant, comme on le fait actuellement dans le téléphone, des plaques vibrantes fixées à leur pourtour, on est loin de leur laisser la sensibilité dont elles sont susceptibles, toutes autres choses égales d'ailleurs. Il serait d'abord plus rationnel de fixer ces plaques suivant une nodale concentrique que par les bords mêmes et, qui plus est, sur une zone d'une largeur relativement assez considérable. Enfin il serait préférable de ne les fixer que *par un seul point*, leur centre, en laissant tous les autres entièrement libres. C'est ainsi qu'une feuille circulaire de clinquant, reliée par son centre (au moyen d'un fil métallique non tendu de 5, 6, 8, ..., mètres) à un plateau qu'on met en vibration, fait entendre tous les sons que donne ce plateau, et avec une intensité qui dépasse parfois celle du son générateur, pour le fondamental et quelques harmoniques.

» C'est ce qui explique aussi pourquoi un vase à pied (assimilable à une plaque dont les bords seraient recourbés et entièrement libres) est très-sensible à certains sons émis par la voix ou par un instrument.

» Puisqu'il est prouvé par là qu'une plaque vibre mieux quand elle est fixée seulement par son centre que quand elle l'est par son pourtour, l'emploi de cette disposition dans le téléphone semble donc tout naturellement indiqué, ce qui ne peut d'ailleurs présenter de difficulté sérieuse dans l'application. Il suffira, en effet, comme unique modification, de terminer l'électro-aimant en couronne circulaire et d'agrandir l'ouverture du pavillon jusqu'à la moitié de la plaque. L'expérience aurait bientôt trouvé la meilleure disposition à réaliser à cet égard. »

CHIMIE. — *Sur une combinaison de l'alumine avec l'acide carbonique.* Note de MM. Urbain et Renoul.

« Dans la préparation de l'alumine au moyen du carbonate de soude et de l'alun, on peut obtenir deux corps très-différents d'aspect, suivant que la

précipitation est faite à la température de l'ébullition ou à la température ambiante. Dans le premier cas, le précipité est gélatineux, transparent, et se filtre mal; dans le second cas, au contraire, il est opaque et se sépare du liquide avec la plus grande facilité. A l'état sec, la même différence existe. L'alumine préparée à chaud est dure et d'aspect corné; l'alumine obtenue à froid est pulvérulente et parfaitement blanche. Mise en présence d'une dissolution de matière colorante, une infusion de bois de campêche par exemple, l'alumine opaque absorbe deux fois plus de matière colorante que l'alumine gélatineuse.

» Nous avons cherché quelles étaient les différences que pouvait présenter la composition chimique de ces deux variétés d'alumine, si dissemblables au point de vue des propriétés physiques.

» Lorsqu'on traite par un acide l'alumine préparée à froid, celle-ci se dissout immédiatement en donnant lieu à un dégagement abondant d'acide carbonique, tandis que l'alumine précipitée à 100 degrés ne se dissout qu'à la longue et sans aucune production de gaz.

» Nous avons pensé tout d'abord, en constatant ce dégagement d'acide carbonique, que le produit en question pourrait bien être le composé d'alumine, de soude et d'acide carbonique qui a déjà été signalé; mais son analyse n'y a décelé qu'une proportion de soude tellement minime, qu'à 1 équivalent d'alumine ne correspondrait même pas $\frac{1}{20}$ d'équivalent de soude. Devant une telle disproportion entre le poids des deux bases, il était difficile d'admettre l'existence du composé dont nous venons de parler, d'autant plus que la présence de cette petite quantité de soude pouvait être attribuée à une trace d'impureté retenue par un corps d'un lavage aussi difficile que l'alumine. Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que, en lavant avec un soin extrême le précipité que nous voulions analyser, nous avons vu la proportion de soude se réduire au quart de la quantité obtenue tout d'abord, sans jamais cependant devenir nulle.

» D'autre part, lorsque dans la préparation de ce composé on n'a pas employé un excès de carbonate de soude, son analyse y indique la présence d'une petite proportion d'acide sulfurique, toujours suffisante pour saturer la soude qu'il renferme. Ainsi, en dissolvant le corps dans l'acide nitrique, précipitant l'alumine par l'ammoniaque à la température de l'ébullition, puis évaporant la liqueur et la chauffant assez pour décomposer l'azotate d'ammoniaque formé, la petite quantité de sel fixe obtenue comme résidu n'est autre chose que du sulfate neutre de soude.

» Nous avons conclu de ces observations que, si le précipité obtenu en

faisant réagir à la température ordinaire le carbonate de soude sur l'alun contenait des traces de soude, cet alcali s'y trouvait à l'état d'impureté que les lavages étaient incapables d'entraîner complétement, mais n'entrait pas dans la constitution du composé qui se forme dans ces conditions.

» S'il en est ainsi, nous devions obtenir ce même composé en remplaçant d'abord l'alun par le sulfate d'alumine et ensuite le carbonate de soude par le carbonate d'ammoniaque. L'expérience a pleinement confirmé cette prévision : dans tous les cas, nous avons eu des produits présentant les mêmes propriétés et très-sensiblement la même composition.

» Lorsque le corps a été desséché sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique jusqu'à ce que son poids ne change plus, sa composition est la suivante :

Alumine.................	52
Acide carbonique..........	11
Eau.....................	37

ce qui correspond à très-peu près à la formule $CO^2, 2Al^2O^3.8HO$, qui est celle d'un sous-carbonate d'alumine hydraté.

» Ce composé est détruit par la chaleur; déjà à 30 degrés, il commence à perdre son acide carbonique : aussi, pour l'obtenir, est-il nécessaire d'opérer lorsque la température ambiante est peu élevée. Lorsqu'on le met dans l'eau et qu'on chauffe celle-ci, on constate un dégagement d'acide carbonique dont l'abondance croît avec la température et qui est complet après quelque temps d'ébullition.

» Ainsi, contrairement à ce que l'on pensait jusqu'ici, l'alumine est susceptible de se combiner avec l'acide carbonique et de former un composé, d'une grande instabilité il est vrai. Nous nous proposons d'examiner si les autres sesquioxydes sont susceptibles de former des combinaisons analogues. »

M. Lawrence Smith, à propos de cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« Il existe un minéral, trouvé à Montréal (Canada), qui est composé de carbonate d'alumine et de soude; je l'ai appelé *dawsonite*. On le rencontre en couches très-minces ou en cristaux ayant la forme d'aiguilles fortement biréfringentes, déposés sur un feldspath. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'influence du pneumogastrique et l'action de la digitaline sur les mouvements du cœur chez les Squales.* Note de M. **Cadiat**, présentée par M. Ch. Robin.

« Certains Squales, entre autres la Roussette (*Scyllium canicula* H. D.), conservent longtemps après la mort une excitabilité nerveuse excessive et en même temps des battements du cœur très-intenses, qui persistent dix ou douze heures après tout mouvement spontané. Ces animaux m'ont paru, en conséquence, offrir des conditions très-favorables pour étudier l'action du pneumogastrique et l'effet de la digitaline. Les résultats que j'ai obtenus se sont présentés avec un grand caractère d'évidence.

» 1° Les battements du cœur qui, dans les conditions de respiration artificielle où j'ai placé les squales pour ces expériences, s'élèvent à dix ou onze par minute, augmentent rapidement après la section d'un des pneumogastriques ou des deux, ou la destruction de la moelle allongée, pour s'élever jusqu'à vingt-huit ou trente dans le même espace de temps.

» 2° Si l'on coupe le pneumogastrique entre le crâne et l'origine des rameaux branchiaux, et qu'on excite le bout périphérique, on obtient aussitôt l'arrêt du cœur en diastole, quel que soit le mode d'excitation. L'excitation du bout central n'influe en rien sur les mouvements du cœur.

» Cette expérience peut se répéter pendant des heures entières sur le même animal avant ou après la mort, c'est-à-dire quand tout mouvement spontané du corps a cessé.

» 3° Le pneumogastrique donnant après sa sortie du crâne autant de rameaux qu'il y a de rayons branchiaux, l'action d'arrêt sur le cœur est d'autant plus énergique, qu'on fait porter l'excitation sur une partie du tronc principal comprenant un plus grand nombre de ces rameaux. Avec un seul filet branchial, on a de la peine à arrêter le cœur. Celui qui paraît avoir le plus d'action est le nerf de la troisième branchie.

» 4° Quand l'excitabilité du pneumogastrique s'épuise, son excitation n'arrête pas le cœur

» *Action de la digitaline.* — Les expériences avec la digitaline confirment, mais avec des caractères d'une évidence incontestable, les résultats obtenus par M. Bröhm et par M. Vulpian.

» Contrairement à Traube, qui pensait que la digitale agit sur le cœur par l'intermédiaire du système nerveux, M. Vulpian reconnaît que la digitaline, ainsi que l'*upas antiar*, est un poison du cœur, agissant directement; mais on peut faire diverses objections aux expériences qu'il rapporte à l'appui de cette théorie. Dans l'une d'elles en effet, le cœur de l'animal s'arrête en systole sous l'influence de la digitaline; mais il n'est pas dit qu'à ce moment son excitabilité nerveuse persiste encore. Dans l'autre, sur deux

animaux, celui qui n'est point empoisonné succombe avec arrêt du cœur, par le fait même de l'opération, avant celui qui a absorbé de la digitaline.

» Les expériences sur les Squales sont beaucoup plus concluantes, à cause de la résistance extrême de ces animaux.

» 1° En effet, sur une Roussette (*Scyllium canicula*), j'ai ouvert le péricarde, coupé un pneumogastrique. Le cœur bat vingt-cinq fois par minute. Quelques gouttes d'une solution de digitaline sont versees sur le cœur. Les mouvements de cet organe s'accélèrent d'abord, mais les diastoles diminuent peu à peu; le cœur paraît s'enfoncer dans le péricarde. Brusquement il s'arrête en systole dans une sorte d'état tétanique et l'excitation électrique ne peut rappeler aucun battement.

» Mais l'animal n'a pas pour cela cessé de vivre; les nerfs et ses muscles sont aussi excitables, car il se débat violemment quand on le délivre, et, plongé dans un bassin, le cœur étant absolument immobilisé, il fait encore pendant plus d'une demi-heure des mouvements natatoires.

» 2° Sur un autre de ces Squales je répète la même expérience; mais, au lieu de couper le pneumogastrique, je détruis le bulbe. Cette mutilation accélère encore les battements du cœur, qui deviennent aussi fréquents que si le pneumogastrique était coupé. Quelques gouttes de digitaline sont versées dans le péricarde. Le cœur continue à battre, puis brusquement s'arrête en systole.

» Les mouvements spontanés persistent encore.

» 3° Je coupe le pneumogastrique gauche un jour, le lendemain celui du côté droit. L'excitation d'un des nerfs n'arrête plus le cœur, ce qu'il faut sans doute attribuer à l'action accélératrice du nerf symétrique sectionné.

» Une forte dose de digitaline est alors injectée dans le péritoine; puis, un quart d'heure après, j'ouvre le péricarde. Le cœur bat vingt-six à trente et une fois par minute; mais les diastoles se réduisent peu à peu; subitement le cœur s'arrête en systole.

» Le système nerveux est encore excitable, car l'animal plongé dans l'eau exécute des mouvements natatoires.

» 4° Sur un autre de ces Squales, je commence par faire une forte injection sous-cutanée de digitaline. Dix minutes après, le pneumogastrique et le cœur sont mis à nu. Le cœur est absolument immobilisé en systole; or, à ce moment, l'excitation du nerf amène progressivement une dilatation et une réplétion excessive du cœur. Comme on pourrait attribuer cette réplétion du cœur à l'influence des contractions musculaires, je fais passer un courant le long de la moelle qui détermine des efforts violents, mais sans amener de dilatation du cœur.

» Cette expérience prouve que l'action paralysante du pneumogastrique est assez puissante pour s'exercer encore sur un cœur tétanisé.

» Le cœur étant immobilisé entièrement et en systole depuis une demi-heure, on plonge l'animal dans l'eau et du premier coup il traverse un bassin de 2 à 3 mètres de long.

» *Conclusion*. — La digitaline, donnée aux animaux en proportion toxique, agit comme poison du cœur. Elle agit directement sur cet organe en déter-

minant, comme l'ont déjà vu plusieurs auteurs, une tétanisation du ventricule et une diastole de l'oreillette. Elle n'a pas d'action sur les centres nerveux, ni sur les nerfs périphériques, ni sur les muscles. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'évolution de l'embryon dans les œufs mis en incubation dans l'eau chaude.* Note de M. DARESTE, présentée par M. de Quatrefages.

« Réaumur ne trouva aucun vestige d'embryon sur les jaunes d'œufs de poule qu'il avait placés dans des vases remplis d'eau chaude à la température de l'incubation. Ce fait pouvait s'expliquer de deux manières : ou bien l'embryon ne s'était point formé ; ou bien l'embryon avait péri de très-bonne heure et s'était décomposé et détruit.

» J'ai repris l'expérience de Réaumur. Des œufs, mis en incubation dans l'eau chaude et ouverts après deux ou trois jours d'immersion, m'ont tous présenté des faits d'évolution. Le blastoderme s'était formé et recouvrait une partie de la surface du jaune : dans un de ces œufs son diamètre était de 4 centimètres. Au centre de ce blastoderme l'embryon s'était formé, mais il avait péri vers la trentième heure. Dans le plus grand nombre des cas, il était presque entièrement décomposé. Toutefois, son existence était rendue manifeste par la formation de l'aire transparente et aussi parfois par des vestiges parfaitement reconnaissables. Il y avait une fente dans le grand diamètre de l'aire transparente. Cette fente, que j'ai souvent observée sur des embryons morts et parfois aussi sur des embryons vivants, était le résultat de la rupture médiane du sillon médullaire et de l'écartement de ses deux bords.

» Le seul de ces embryons qui, bien que mort, n'était pas décomposé avait déjà atteint un certain degré de développement. Il était très-monstrueux et présentait cette modification tératologique que j'ai découverte et décrite sous le nom d'*omphalocéphalie*. Le cœur, parfaitement reconnaissable, se voyait au-dessus de la tête, notablement arrêtée dans sa formation. Il n'y avait, dans le feuillet vasculaire, aucun indice des vaisseaux et du sang. Est-ce là le terme extrême de l'évolution embryonnaire dans l'eau chaude? Je ne puis actuellement que poser la question. »

PATHOLOGIE. — *Sur un cas de trichinose observé chez un jeune hippopotame du Nil, mort en captivité.* Note de M. E. HECKEL, présentée par M. Chatin.

« Le 10 mai, mourait au Jardin zoologique de Marseille un jeune hippopotame du Nil (*Hippopotamus amphibius* L.), âgé de deux ans environ et provenant d'un don du khédive d'Égypte à la ville de Marseille. Depuis son débarquement, ce pachyderme était souffrant, et son gardien avait pu constater sur sa peau une éruption confluente de furoncles. Pendant les quatre mois que dura sa captivité au jardin zoologique de Marseille, malgré les soins assidus dont il fut l'objet, son état ne s'améliora point. Sa nourriture cependant était très-surveillée; on ne l'alimentait que de lait de vache mêlé de farine et de quelques herbes fraîches ou de légumes. Les furoncles ne tardèrent pas à devenir des plaies ulcérées, et enfin, après quatre à cinq jours d'agonie lente, il succombait, mais sans présenter d'amaigrissement sensible. Tels sont les seuls renseignements que j'ai pu me procurer : nul ne put me dire quoi que ce soit de précis ni sur l'origine exacte de cet animal, ni sur son âge, ni sur le mode d'alimentation qu'il avait subi durant sa captivité au Caire et à Alexandrie.

» Le cadavre m'ayant été livré pour les besoins des galeries du Muséum d'Histoire naturelle, je le fis dépouiller sous mes yeux et je constatai immédiatement que la peau présentait en plusieurs points des solutions de continuité sous forme de véritables ulcérations très-profondes, qui, nées autour d'un poil, avaient atteint le bulbe pileux et formaient ainsi un canal aboutissant le plus souvent à un vaste foyer purulent. Certaines ulcérations plus petites donnaient accès à des foyers plus réduits, mais bien limités par une membrane propre, comme les véritables kystes, et remplis d'un pus crémeux. Presque tous les poils étaient tombés, et le tissu environnant était le siége d'une inflammation plus ou moins avancée pouvant aller jusqu'à l'ulcération. Je fis jeter à la voirie la chair de l'animal, convaincu que j'étais d'avoir sous les yeux une maladie de la peau probablement bien connue, mais non toutefois sans avoir eu la précaution de réserver pour l'étude un de ces kystes, que je pris entouré du tissu musculaire sous-jacent dans la région dorsale. La production pathologique n'offrit rien d'intéressant à mon examen, et fortuitement je poussai l'investigation jusqu'à faire une coupe du tissu musculaire, plongé au préalable pendant quelques jours dans

l'alcool à 90 degrés. C'est là que j'ai constaté la présence de kystes trichineux en très-grand nombre et ayant les mêmes apparences extérieures que ceux de la *Trichina spiralis*, Owen; le nématoïde répond aussi à la même diagnose; les kystes seuls m'ont paru beaucoup plus développés que ceux observés chez le porc et chez l'homme.

» J'ignore quelles relations peuvent exister entre la présence dans le même animal de la trichine et des kystes énormes et remplis de pus; mais j'ai pensé que, malgré cette lacune, le fait que je signale peut présenter de l'intérêt, non-seulement parce qu'il n'a pas été signalé jusqu'ici, mais encore parce qu'il semble prouver que les pachydermes, plus que les autres animaux, sont exposés au développement spontané de ce parasite terrible : point important qui pourrait servir à jeter quelque lumière sur ses migrations, inconnues jusqu'à ce jour. On a voulu expliquer la fréquence de la trichine chez le porc en tenant compte de la voracité et des habitudes immondes de cet animal : le fait que je signale aujourd'hui semble protester contre cette opinion, car l'hippopotame ne partage en aucune façon le mode d'existence et les goûts du pourceau, et il est peu admissible que la captivité ait eu, par le régime spécial qui l'accompagne, une influence marquée sur le développement du nématoïde. Je regrette vivement que l'enlèvement rapide des chairs, commandé par la saison et les mauvaises conditions du laboratoire du Muséum, ne m'ait pas permis l'étude de la dispersion du parasite dans le système musculaire de l'hippopotame; mais j'ai lieu de croire que, l'espèce de trichine étant la même, je n'aurais constaté aucun fait nouveau sur ce point. »

M. Delecheneau adresse la description d'un appareil qu'il présente comme une modification du phonographe. (Extrait.)

« La disposition que j'emploie permet d'obtenir, non plus un gaufrage, mais une véritable gravure de la parole sur un métal résistant.... En faisant marcher mon appareil et en parlant devant la membrane, j'ai obtenu sur des cylindres de zinc ou de laiton un sillon bien marqué, rempli d'un petit pointillé bien accentué.... Pour avoir là un phonographe, il fallait faire reproduire à la membrane les vibrations qui correspondent aux creux et aux reliefs gravés sur le cylindre. Cette opération, je ne l'ai pas encore faite. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MAI 1879.

(SUITE.)

Traité d'Hématologie dynamique, pour servir de fondement à un système de Pathologie vitaliste ; par M. J.-A. BASSAGET. Montpellier, Coulet; Paris, A. Delahaye, 1878-1879; 2 vol. in-8°.

Chirurgie oculaire ; par M. L. DE WECKER. Leçons recueillies et rédigées par M. le Dr MASSELON, revues par le professeur. Paris, O. Doin, 1879 ; in-8°.

(Ces deux derniers Ouvrages sont renvoyés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

Le Cinémomètre. Nouveau système d'indicateur de vitesse, sans emploi de la force centrifuge ; par M. R. JACQUEMIER. Paris, Berger-Levrault, 1878 ; br. in-8°. (Adressé au Concours Plumey, 1879.)

Moteurs à vapeur. Expériences faites sur les machines Woolf à balancier, etc. Mémoire présenté à la Société industrielle de Mulhouse, par M. O. HALLAUER. Mulhouse, impr. V. Bader, 1878 ; br. in-8°.

Notes sur les variations du vide ou contre-pression dans les cylindres des machines à vapeur ; par M. O. HALLAUER. Mulhouse, impr. V. Bader, 1875 ; br. in-8°.

Compression de la vapeur dans les espaces nuisibles des machines Woolf, etc. ; par M. O. HALLAUER. Mulhouse, impr. V. Bader, 1875 ; br. in-8°.

Étude expérimentale comparée sur les moteurs à un et à deux cylindres, influence de la détente ; par M. O. HALLAUER. Sans lieu ni date ; br. in-8° en épreuves.

(Ces dernières brochures sont adressées par l'auteur au Concours Plumey, 1879.)

Rapport à la Direction de l'intérieur du canton de Fribourg sur l'inspection générale des aliénés dans ce canton, ordonnée par le gouvernement en 1875 ; par M. le Dr GIRARD DE CAILLEUX. Bulle, impr. Ackermann, 1879 ; in-8°. (Renvoi au Concours de Statistique, 1879.)

Mémoire sur le cadastre; par M. TH. HERMELIN. Paris, A. Colin, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours de Statistique, 1879.)

Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen; von E. CYON. Giessen, J. Ricker; Saint-Pétersburg, Carl Ricker, 1879; 1 vol. in-8°, avec Atlas. (Adressé par l'auteur au Concours Lacaze, Physiologie, 1879.)

Il principio della sapienza; per A. PENNISI MAURO. Napoli, tipogr. Rinaldi, 1878; in-12.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JUIN 1879.

De l'emploi de la Géométrie pour résoudre certaines questions de moyennes et de probabilités; par M. L. LALANNE. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*)

Annales de la Société géologique de Belgique, t. IV, 1877. Berlin, Friedlanger; Liége, Decq; Paris, Savy, 1877; in-8°.

Revue géologique suisse pour l'année 1878; *par* M. E. FAVRE. T. IX. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1879; in-8°.

Les reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun; par M. A. GAUDRY. Meulan, impr. de la Société géologique de France, 1879; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du professeur Dr TH. BREDICHIN; vol. V, 2e livr. Moscou, A. Lang, 1879; in-4°.

Chemins de fer. Nouveau système de matériel roulant à grande vitesse et à double suspension, etc., inventé par M. ESTRADE. Perpignan, typogr. Ch. Latrobe, 1879; in-18.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès Sciences naturelles, par M. L. CRIÉ. Ire Thèse : *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire.* IIe Thèse : *Recherches sur les Pyrénomycètes du groupe des Dépazéées, etc.* Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Sur la non-existence de l'hydrogène naissant. Ire Partie : *Réduction du chlorate de potasse; par* M. le Dr D. TOMASI. Florence, impr. J. Pellas, 1879; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observatoires chronométriques pour la marine marchande;* par M. FAYE.

« On s'occupe actuellement en divers pays de l'établissement d'observatoires spéciaux destinés à l'étude des chronomètres de la marine. Le nombre toujours croissant des vaisseaux qui sillonnent les mers et les conditions de rapidité également croissante qui s'imposent aujourd'hui aux navigateurs ont conduit à la pensée de ces créations, dont le syndicat des marchands de Liverpool a donné le premier exemple. Le succès a d'ailleurs justifié la pensée des intelligents fondateurs de l'observatoire chronométrique de ce grand port de commerce, et M. Hartnup, son éminent directeur, a pu dire dernièrement à la Société Royale astronomique de Londres, en rendant compte des résultats obtenus dans cette voie nouvelle :

« L'observatoire possède actuellement une ample collection de renseignements sur la manière dont nos chronomètres se comportent à la mer. Probablement peu de personnes se doutent du degré de précision qu'on peut atteindre aujourd'hui dans la détermination des longitudes en mer, quand on applique les corrections dues aux changements de marche

par l'effet de la température. Sur soixante chronomètres qui ont été *dernièrement* rapportés à l'observatoire après des voyages dont la durée moyenne est de cent dix jours, la moitié de ce nombre n'a présenté qu'une erreur de 9^s,3, c'est-à-dire 2 $\frac{1}{2}$ milles géographiques à l'équateur, après un voyage de près de quatre mois. »

» Le procédé suivi par M. Hartnup consiste à soumettre les chronomètres qui lui sont confiés, par les nombreux navires touchant à Liverpool, à diverses températures constantes de 55, 70 et 85 degrés F. dans des étuves convenables, et à déterminer exactement leur marche à ces diverses températures. Il en déduit, par le calcul, les constantes a, c, τ de la formule

$$a + c(\theta - \tau)^2,$$

qui représente les marches observées à des températures quelconques θ, et qui sert à corriger ce que les horlogers appellent l'*erreur secondaire*. On en tire une petite Table de corrections et l'on joint cette Table au chronomètre, lorsque celui-ci est rendu au commandant du navire, à l'époque de son départ. Rien de plus simple, dès lors, que d'appliquer cette correction à toutes les indications du chronomètre pendant les voyages où celui-ci est souvent soumis à des variations considérables de température. Cette pratique, introduite peu à peu dans la marine anglaise, y est aujourd'hui tout à fait populaire.

» Cet exemple va être suivi dans d'autres pays, particulièrement en Allemagne. Dans ces pays les marins n'ont pas, comme à Liverpool, des étuves et des observatoires à leur disposition ([1]); ils en sont réduits, comme les nôtres, à attendre que les vicissitudes des saisons ou les changements de climat amènent les fortes variations de température dont on a besoin pour déterminer avec quelque sûreté les constantes de la correction thermométrique, et, en attendant qu'ils aient réuni ces éléments, il leur faut naviguer avec des chronomètres non corrigés.

» Disons-le d'ailleurs, les marins n'ont guère le temps de se livrer aux calculs minutieux que cette manière de procéder entraîne : aussi l'établissement d'observatoires pareils à celui de Liverpool est-il aujourd'hui considéré comme un auxiliaire indispensable de la grande navigation. Cela étant, l'Académie accueillera, je l'espère, le vœu que j'exprime que notre marine ne soit pas privée plus longtemps d'une ressource que nos rivaux étrangers possèdent déjà où vont se donner, ressource dont une longue

---

([1]) Il y a déjà à Hambourg un observatoire chronométrique destiné à la marine marchande, mais je n'en connais pas bien l'organisation.

expérience a démontré l'efficacité. Sans doute, si le gouvernement ou nos Chambres de commerce, ces analogues du syndicat des marchands de Liverpool, accueillaient ma suggestion, il faudrait créer de nouveaux observatoires; mais, en spécialisant ces observatoires comme à Liverpool, on n'aurait pas de bien lourds sacrifices à s'imposer. Un bon observateur, placé par ses titres scientifiques à l'abri de tout soupçon d'incompétence et de partialité, deux bonnes pendules, une lunette méridienne et quelques étuves, voilà à quoi se réduirait l'organisation de ces établissements, dont on doterait les ports les plus importants. Marseille et Bordeaux ont déjà leurs observatoires astronomiques; quant aux autres, on simplifierait cette organisation en y envoyant télégraphiquement l'heure de Paris, ainsi que M. l'amiral Mouchez l'a proposé récemment dans un autre but.

» Si notre pays adoptait cette pratique, sanctionnée, je le répète, par l'expérience de l'étranger, ce ne serait pas de sa part une simple imitation, une copie servile de ce qu'on fait ailleurs, car l'idée première de ce progrès nous appartient. Les marins anglais qui emploient chaque jour la formule et les données de l'observatoire de Liverpool ne sont pas obligés de savoir qu'elle est due à un Français, M. Lieussou, mais nous devons le rappeler ici. Il faut aussi qu'on sache dans la marine que l'Académie des Sciences, saisie de cette belle et utile découverte, lui a accordé son approbation il y plus d'un quart de siècle, sur le rapport de MM. Arago, Duperrey et Laugier. Bien plus, elle a été appliquée en France pendant quelques années, non pas, il est vrai, pour le commerce, mais pour les vaisseaux de l'État, par les savants collègues de Lieussou, au Dépôt des Cartes de la marine.

» Comment se fait-il que la découverte de Lieussou soit tombée en désuétude dans notre pays, tandis qu'elle était accueillie avec faveur et pratiquée en Angleterre? C'est ce que je vais tâcher d'expliquer.

» Pour encourager l'horlogerie de précision le gouvernement français a, depuis longtemps, établi un concours de chronomètres et décerne chaque année quelques prix. Les chronomètres présentés pour ce concours étaient autrefois déposés à l'Observatoire de Paris. Les astronomes de cet établissement les comparaient chaque matin avec la pendule de temps moyen; j'ai moi-même fait cela pendant neuf ans. M. Arago nous recommandait de noter soigneusement la température des armoires où ces pièces délicates étaient enfermées. Le calcul des marches se faisait au Dépôt de la marine. M. Lieussou, ayant en main de longues séries de ces excellentes observations, se proposa d'étudier expérimentalement l'influence de la cha-

leur. Il reconnut ainsi, en opérant sur un très-grand nombre de chronomètres, qu'elle est proportionnelle au carré de la température comptée à partir d'un certain degré thermométrique. C'est justement la formule dont nous venons de parler et dont on fait un si grand usage en Angleterre. Mais il voulut aller plus loin et étudier aussi l'influence de l'épaississement des huiles, qui augmente plus ou moins avec le temps. Il fut conduit, par là, à joindre à l'expression mathématique de la loi précédente un terme proportionnel au temps t, ce qui donne pour la marche

$$a + bt + c(\theta - \tau)^2.$$

» Cette addition n'a pas été heureuse. La loi de la variation de la marche avec le temps n'est pas une fonction simple du temps, ou, pour mieux dire, il n'y a pas là de loi dans le sens ordinaire du mot. Les valeurs numériques qu'on déterminait au Dépôt, pour la formule complète de Lieussou, devaient donc pécher par ce côté-là. Effectivement elles ne satisfirent pas les marins de notre flotte militaire. Il en résulta des réclamations nombreuses, fatigantes. Finalement le Dépôt des Cartes dut renoncer à fournir plus longtemps des éléments de correction dont nos officiers se plaignaient trop souvent, et finit par leur laisser le soin de les déterminer à leur guise. Si la formule de Lieussou a eu plus de succès et de crédit en Angleterre et a pénétré même dans la pratique courante de la marine marchande, c'est que nos voisins l'ont réduite à sa partie essentielle et vraie, c'est-à-dire à celle qui donne la correction due à la température, abandonnant tout à fait la partie incertaine, c'est-à-dire ce qui dépend de l'altération des huiles et des autres troubles qui se manifestent avec le temps. N'est-ce pas là aussi ce que nous pourrions faire en France, non plus pour la marine de l'État qui sait se suffire à elle-même, mais pour la marine du commerce qui a un si grand intérêt à n'être pas moins bien pourvue que ses rivales?

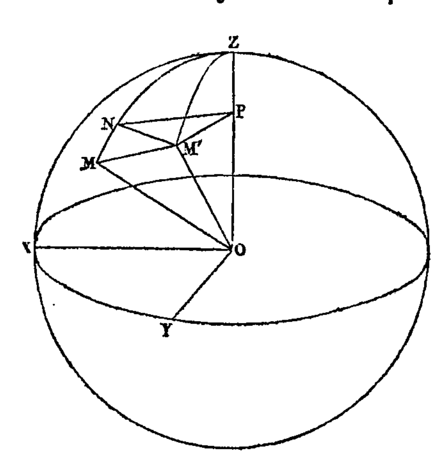
» En terminant, je ferai remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'observatoires chronométriques fondés, comme celui de notre savant collègue M. Hirsch, à Neuchâtel, en faveur de l'horlogerie ordinaire. Sous ce rapport nous n'aurons bientôt rien à envier à nos voisins, car le gouvernement a déjà ordonné la fondation d'un établissement de ce genre, dans la région française où il peut rendre effectivement des services sérieux. Je n'ai ici en vue que l'intérêt de la marine marchande et de nos principaux ports de commerce. Dans cet intérêt même, qui doit être toujours présent à l'esprit d'un membre du Bureau des Longitudes, je consignerai ici l'appréciation

d'un navigateur anglais, qui disait dernièrement, à la Société astronomique de Londres, en rendant un compte minutieux des résultats obtenus dans une série de voyages de Liverpool à Calcutta : « L'expérience a démontré » que la formule d'Hartnup rend d'inestimables services pour déterminer » la longitude en mer. » Lisez, messieurs, la formule de Lieussou. Après cela on ne jugera peut-être pas trop prématuré en France qu'on vienne vous proposer de tirer enfin parti d'une idée qui a trouvé sa première expression dans un pli cacheté déposé au Secrétariat de l'Académie des Sciences, il y a cent vingt-cinq ans, par notre célèbre horloger Pierre Leroy, sa formule mathématique dans les travaux d'un de nos savants ingénieurs hydrographes, M. Lieussou, il y a un quart de siècle, et sa confirmation dans l'épreuve faite pendant vingt ans par la plus puissante marine du monde. »

MÉCANIQUE. — *Du spiral réglant sphérique des chronomètres.* Note de M. PHILLIPS.

« On emploie quelquefois, rarement il est vrai, pour les chronomètres, des spiraux sphériques. Je me suis proposé, dans la présente Note, d'en établir la théorie et peut-être d'en améliorer le fonctionnement, d'après les principes de la théorie générale du spiral réglant.

» Soient OX, OY et OZ trois rayons de la sphère formant trois axes



rectangulaires. L'axe OZ coïncide avec l'axe du balancier et l'axe OX passe par le point X, où la courbe du spiral rencontre le plan XOY de l'équateur.

» Concevons un élément quelconque MM′ du spiral, les deux arcs de grand cercle MZ et M′Z passant respectivement par les points M et M′, et enfin l'élément M′N du parallèle compris entre ces deux arcs de grand cercle et dont le centre est en P.

» Posons les notations suivantes :

R, rayon de la sphère;
θ, angle des méridiens MOZ et XOZ ou longitude de MOZ;
$\theta + d\theta$, angle des méridiens M′OZ et XOZ;
φ, complément de l'angle MOZ ou latitude du point M;
$\varphi + d\varphi$, latitude du point M′;
$r = \mathrm{M'P}$, rayon du parallèle M′N;
ds, longueur de l'élément MM′;
x, y, z, coordonnées du point M;
$x + dx$, $y + dy$, $z + dz$, coordonnées du point M′.

» Nous admettrons que la loi de construction de la courbe du spiral consiste en ce que la distance entre deux spires consécutives, mesurée sur un même méridien, est constante, quelles que soient ces deux spires et quel que soit ce méridien. Il résulte de là qu'on a

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{NPM'}} = \mathrm{C},$$

en désignant par C une certaine constante. L'équation différentielle de la courbe du spiral est donc

$$\mathrm{R}\,d\varphi = \mathrm{C}\,d\theta, \tag{1}$$

d'où, en intégrant,

$$\mathrm{R}\,\varphi = \mathrm{C}\theta. \tag{2}$$

» Il n'y a pas de constante à ajouter, car, pour $\theta = 0$, on a $\varphi = 0$.

» Soit λ la distance constante entre deux spires consécutives sur un même méridien. On tire de (2)

$$\mathrm{C} = \frac{\lambda}{2\pi}, \tag{3}$$

de sorte que les équations (1) et (2) peuvent être remplacées par les deux suivantes :

$$\frac{2\pi\mathrm{R}}{\lambda}\,d\varphi = d\theta \tag{4}$$

et

(5) $$\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi = \theta.$$

» Le triangle élémentaire MM'N étant rectangle en N, on a

$$ds = \sqrt{R^2 d\varphi^2 + r^2 d\theta^2}.$$

» Remplaçant r par sa valeur $R\cos\varphi$ et $d\theta$ par sa valeur (4), il vient

$$ds = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\cos\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{4\pi^2 R^2 \cos^2\varphi}\right)^{\frac{1}{2}} d\varphi.$$

» En développant et conservant seulement les deux premiers termes de la série, on a donc

(6) $$ds = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\cos\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2 \cos^2\varphi}\right) d\varphi.$$

» Cette approximation est très-suffisante. En effet, elle revient à négliger, en présence de l'unité, la quatrième puissance et les puissances supérieures de $\frac{\lambda}{2\pi R \cos\varphi}$. Or, supposons cinq tours de spires de part et d'autre de l'équateur, et admettons que la plus grande valeur de φ soit de part et d'autre au plus de 60 degrés. Alors la limite supérieure de $\frac{\lambda}{2\pi R \cos\varphi}$ est égale à $\frac{1}{15}$, dont la quatrième puissance est égale à $\frac{1}{50625}$.

» Soient $2l$ la longueur totale de la courbe, puis $\varphi = \varphi_1$ et $\varphi = -\varphi_1$ les valeurs de φ correspondant à ses deux extrémités. On a, en intégrant l'équation (6),

(7) $$l = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\left[\sin\varphi_1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2}\log\left(\frac{1 + \tang\frac{1}{2}\varphi_1}{1 - \tang\frac{1}{2}\varphi_1}\right)\right],$$

le logarithme étant un logarithme népérien.

» En supposant $\varphi_1 = 60^\circ$ et $\frac{\lambda}{\pi R} = \frac{1}{15}$, on trouve que l'erreur relative commise en négligeant le second terme du facteur entre parenthèses est égale à $\frac{1}{1183}$. En le négligeant, la formule (7) devient

(7 *bis*) $$l = \frac{2\pi R^2}{\lambda}\sin\varphi_1.$$

Cette dernière formule se prête à un énoncé simple.

» En remplaçant $\frac{2\pi R}{\lambda}$ par $\frac{\theta_1}{\varphi_1}$, elle devient

(8) $$l = R\theta_1 \frac{\sin\varphi_1}{\varphi_1}.$$

On voit que la longueur très-approchée de la courbe est égale à celle de sa projection sur le grand cercle de l'équateur multipliée par le rapport du sinus à l'arc de la latitude de l'une de ses extrémités.

» Proposons-nous maintenant de déterminer les coordonnées x', y' et z' du centre de gravité de la courbe.

» Or

(9) $$\left\{\begin{array}{l} x = R\cos\varphi\cos\theta = R\cos\varphi\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi, \\ y = R\cos\varphi\sin\theta = R\cos\varphi\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi, \\ z = R\sin\varphi. \end{array}\right.$$

» On a donc, à cause de (6) et (9),

(10) $$lx' = \frac{\pi R^2}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1}\cos^2\varphi\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi,$$

(11) $$ly' = \frac{\pi R^3}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1}\cos^2\varphi\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi = 0,$$

d'où

$$y' = 0,$$

et

(12) $$lz' = \frac{\pi R^3}{\lambda}\int_{-\varphi_1}^{\varphi_1}\cos\varphi\sin\varphi\left(1 + \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2\cos^2\varphi}\right)d\varphi = 0,$$

d'où

$$z' = 0.$$

» En intégrant le second membre de (10), on trouve que

$$lx' = \frac{1}{2}R^2\left[\left(1 + \frac{\lambda^2}{4\pi^2 R^2}\right)\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 + \frac{1}{1 - \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}} \times \left(\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\cos 2\varphi_1 - \frac{\lambda}{\pi R}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1\right)\right].$$

» En convenant de négliger la quatrième puissance et les puissances supérieures de $\frac{\lambda}{\pi R}$, on peut remplacer $\frac{1}{1 - \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}}$ par $1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}$, et l'on a défi-

nitivement

$$(13)\left\{\begin{aligned} lx' = \tfrac{1}{2}R^2\Big[&\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1(1+\cos 2\varphi_1) - \frac{\lambda}{\pi R}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1 \\ &+ \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_1\right) - \frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3}\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1\Big].\end{aligned}\right.$$

» Supposons maintenant que l'on munisse le spiral de deux courbes terminales théoriques, situées dans deux plans perpendiculaires à l'axe OZ, égales, et dont les projections sur le plan XOY de l'équateur sont égales et symétriques par rapport à l'axe OX.

» Soient

l_1 la longueur de l'une quelconque des courbes terminales;
G_1 le centre de gravité de celle qui part du point du spiral pour lequel $\varphi = \varphi_1$ et $\theta = \theta_1$;
x_1, y_1 et z_1 les coordonnées de G_1;
$x_1, -y_1$ et $-z_1$ les coordonnées du centre de gravité de l'autre courbe terminale;
g_1 la projection de G_1 sur le plan XOY de l'équateur;
r_1 la valeur de r pour $\varphi = \varphi_1$ et $\theta = \theta_1$;
x_2, y_2 et z_2 les coordonnées du centre de gravité du spiral tout entier, y compris les deux courbes terminales;
$2L$ sa longueur.

» On sait, d'après la théorie du spiral réglant, que Og_1 est perpendiculaire à r_1 et égal à $\frac{r_1^2}{l_1}$.

» On a

$$(14)\qquad 2Lx_2 = 2lx' + 2l_1x_1,$$

$$(15)\qquad 2Ly_2 = 2ly' + l_1y_1 - l_1y_1 = 0,$$

d'où

$$y_2 = 0,$$

$$(16)\qquad 2Lz_2 = 2lz' + l_1z_1 - l_1z_1 = 0,$$

d'où

$$z_2 = 0.$$

» Or,

$$x_1 = -Og_1\sin\theta_1 = -\frac{r_1^2}{l_1}\sin\theta_1 = -\frac{R^2\cos^2\varphi_1}{l_1}\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1,$$

d'où

$$l_1 x_1 = -\frac{1}{2} R^2 \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 (1 + \cos 2\varphi_1).$$

» Substituant cette valeur de $l_1 x_1$ dans (14), on a, à cause de (13),

$$(17) \left\{ \begin{aligned} Lx_2 = -\frac{1}{2} R^2 \Big[& \frac{\lambda}{\pi R} \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1 \\ & - \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2} \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1\right) + \frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3} \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 \sin 2\varphi_1 \Big]. \end{aligned} \right.$$

» Or, il convient, au point de vue de l'isochronisme, que l'on ait $x_2 = 0$, et, pour cela, il suffit de faire

$$(18) \qquad \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1 = 0$$

et

$$(19) \qquad \frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1 = 0.$$

» L'équation (18) revient à

$$\cos\theta_1 = 0,$$

d'où

$$(20) \qquad \theta_1 = (2i + 1)\frac{\pi}{2},$$

i étant un nombre entier quelconque, et l'équation (19) donne

$$(21) \qquad \varphi_1 = 52^\circ 14'.$$

» Mais ce n'est pas tout, et nous allons maintenant démontrer que, pour toute valeur de φ_1 comprise entre 0 et celle (21) résultant de l'équation (19), il existe une valeur de θ_1 différant à peine de celle donnée par l'équation (20) et pour laquelle $x_2 = 0$, pour laquelle, par conséquent, le centre de gravité du spiral tout entier est situé sur l'axe du balancier. En effet, posons

$$(22) \qquad 2\varphi_1 = \varphi_2$$

et

$$(23) \qquad \theta_1 = i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2.$$

» Égalons à zéro le facteur entre parenthèses du second membre de l'équation (17), et nous avons, pour déterminer θ_2, en supposant φ_2 donné,

l'équation

(24) $$\tang\theta_2 = \frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2 + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2}} \frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right).$$

» Je dis d'abord que cette équation est satisfaite par une valeur de θ_2 comprise entre zéro et $\frac{\pi}{2}$. En effet, quand θ_2 varie entre ces limites, le second membre varie entre ses limites positives correspondantes et le premier membre varie de zéro à l'infini. Il existe donc une valeur de θ_2 comprise entre zéro et $\frac{\pi}{2}$ pour laquelle les deux membres sont égaux.

» Je dis, de plus, que cette valeur de θ_2 est extrêmement petite. En effet, entre les limites supposées de φ_2, la plus grande valeur du facteur

$$\frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right)$$

a lieu pour $\varphi_2 = 0$, et elle est égale à $\frac{5}{4}$.

» D'un autre côté, quand θ_2 varie de zéro à $\frac{\pi}{2}$, la plus grande valeur du facteur

$$\frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2 + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2} - \theta_2}}$$

a lieu pour $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$, et elle est égale à $\frac{1}{i\pi + \frac{\varphi_2^2}{i\pi}}$, qui est plus petit que $\frac{1}{i\pi}$.

» Nous concluons de là que la valeur de θ_2 qui satisfait à (24) est telle que

$$\tang\theta_2 < \frac{5}{4i\pi}.$$

» Supposons dix tours de spires. Alors $i = 10$ et

$$\theta_2 < 2^\circ 17'.$$

» Généralement, θ_2 sera même beaucoup plus petit, car, pour peu que φ_1 soit voisin de sa valeur (21), donnée par l'équation (19), le facteur

$$\frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right)$$

sera beaucoup plus petit que $\frac{5}{4}$.

» Par les raisons qui précèdent, nous remplacerons l'équation (24) par la suivante :

$$(25) \qquad \theta_2 = \frac{1}{i\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi_2^2}{i\pi + \frac{\pi}{2}}} \frac{\varphi_2}{\sin\varphi_2}\left(\frac{1}{4} + \cos\varphi_2\right),$$

qui donne immédiatement la valeur de θ_2 correspondant à une valeur quelconque et donnée de φ_2, comprise entre les limites supposées.

» Les angles θ_1 et φ_1 étant supposés déterminés, on conclura le rapport $\frac{\lambda}{R}$ de l'équation

$$\frac{\lambda}{2\pi R} = \frac{\varphi_1}{\theta_1}.$$

» On voit que l'addition des courbes théoriques facilite beaucoup le placement du centre de gravité du spiral tout entier sur l'axe du balancier. Elle supprime en outre toute pression sur cet axe et, par cette double condition, concourt à l'isochronisme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases dérivées de l'aldol-ammoniaque;* par M. **Ad. Wurtz.**

« Dans une précédente Communication, j'ai mentionné une base solide et cristallisable qui se forme lorsqu'on chauffe en tube scellé de 140 à 180 degrés une solution d'aldol dans un excès d'ammoniaque aqueuse. La liqueur jaune, séparée par agitation, avec de l'éther, des bases huileuses qui se sont formées en même temps, étant évaporée à l'étuve à une basse température, laisse un résidu solide, formé de petits cristaux empâtés dans une eau mère très-épaisse. Celle-ci renferme des bases incristallisables et peut être séparée à la trompe, après avoir été rendue plus fluide par l'addition d'une solution concentrée de carbonate de soude, dans laquelle elle est insoluble. On peut aussi soumettre la masse à une forte compression entre des feuilles de papier à filtre, qui s'imprègne de l'eau mère et laisse les cristaux. Ceux-ci sont purifiés facilement par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante. Le même corps peut être obtenu en abondance par un procédé plus commode, qui consiste à chauffer l'aldéhyde crotonique en vase clos à 100 degrés, avec un grand excès d'ammoniaque concentrée. Les deux corps réagissent l'un sur l'autre avec dégagement de chaleur. Il est donc nécessaire de refroidir fortement

l'ammoniaque préalablement saturée de gaz, avant d'y introduire, par petites portions, l'aldéhyde crotonique. On chauffe la solution au bain-marie dans des matras en verre épais ou dans des tubes. Après le refroidissement, on trouve ceux-ci remplis de cristaux à peine colorés. On les sépare, à la trompe, de l'eau mère et l'on évapore cette dernière au bain-marie. Convenablement concentrée, elle se prend en masse par le refroidissement. Ces cristaux, réunis aux précédents, sont purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante. On les obtient ainsi parfaitement incolores, sous forme de petits prismes orthorhombiques brillants et qui s'effleurissent à l'air. Chauffés à 100 degrés, ces cristaux perdent 32,1 pour 100 de leur poids d'eau. La matière sèche ne renferme que du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, dans la proportion de 3 atomes de carbone pour 1 d'azote. Sa composition (¹) est représentée par la formule $C^{12}H^{24}Az^4$, qui se déduit de l'analyse des sels. La base hydratée renferme 6 molécules d'eau, proportion qui correspond à une perte de 32,5 pour 100.

» L'équation suivante représente le mode de formation de cette base, qu'on pourrait nommer *tricrotonylénamine* :

$$3C^4H^6O + 4AzH^3 = C^{12}H^{24}Az^4 + 3H^2O.$$

Ce mode de formation rappelle celui de l'hexaméthylénamine, qui renferme 4 atomes d'azote, comme la base dont il s'agit, mais dont la constitution est différente.

» Celle de la tricrotonylénamine découle de sa synthèse même et peut être exprimée par la formule

$$(C^4H^6)^3Az^4H^6 = \left\{ \begin{array}{l} CH^3-CH=CH-CH\langle^{AzH^2}, \\ \qquad\qquad\qquad\quad\ \rangle AzH \\ CH^3-CH=CH-CH\langle \quad , \\ \qquad\qquad\qquad\quad\ \rangle AzH \\ CH^3-CH=CH-CH\langle_{AzH^2}. \end{array} \right.$$

» Je me propose de vérifier cette formule en préparant les dérivés éthylés de la base

» Très-soluble dans l'eau chaude, cette base s'en dépose presque enti-

(¹)

	Analyses.		
	I.	II.	Théorie.
Carbone	63,65	»	64,29
Hydrogène	11,09	»	10,71
Azote........................	25,43	25,5	25,00
			100,00

rement par le refroidissement; 100 parties d'eau à 21 degrés n'en dissolvent que $2^{p},55$. Elle est beaucoup plus soluble dans l'alcool, dont 100 parties (à 98° C.) en dissolvent $27^{p},8$ à 24 degrés.

» La base anhydre s'échauffe avec l'eau.

» Lorsqu'on chauffe avec précaution quelques cristaux de la base au fond d'un tube bouché, ils perdent leur eau et fondent ensuite; la matière fondue se volatilise, en apparence sans décomposition, et se condense plus haut en stries liquides, qui se solidifient après le refroidissement. Chauffée en vase clos, la base sèche se décompose. Elle se colore fortement, en émettant des vapeurs et en dégageant de l'ammoniaque. Le thermomètre monte rapidement et finit par atteindre 300 degrés, sans que la matière ait entièrement distillé. Il reste un résidu poisseux et le tube abducteur renferme une masse cristalline jaune. Dans ces conditions, on a vainement essayé d'en prendre la densité de vapeur dans l'appareil de M. Victor Meyer. Il n'est pas étonnant d'ailleurs qu'une molécule aussi complexe ne soit pas volatile sans décomposition. J'ajoute que sous la pression de $0^{m},04$ elle paraît distiller vers 190 degrés.

» Chauffée avec un excès d'acide chlorhydrique à 150 degrés, la base perd son azote à l'état d'ammoniaque et se convertit en une matière résineuse, formée sans doute par la déshydratation partielle et la polymérisation de l'aldéhyde crotonique régénérée. Cette réaction est l'inverse de celle qui donne naissance à la base.

» La tricrotonylénamine forme plusieurs séries de sels avec les acides. Neutres, ces sels cristallisent mal. Lorsqu'on y ajoute un excès d'acide, ils se déposent au contraire en fort beaux cristaux.

» *Chlorhydrate* $C^{12}H^{24}Az^{4},3HCl$ [1]. — Beaux prismes du type hexagonal, présentant une réaction acide, assez solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, inaltérables à l'air.

» *Nitrate* $C^{12}H^{24}Az^{4},3AzO^{3}H$ [2]. — Magnifiques prismes hexagonaux, brillants, solubles dans l'eau, à réaction très-acide.

---

(1)

	Expérience.	Théorie.
Chlore	31,63	31,93

(2)

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Carbone	35,66	34,91	34,86
Hydrogène	6,81	6,91	6,53
Azote	24,60	»	23,72

Chloroplatinates. — La solution du chlorhydrate de tricrotonylénamine ne donne pas de précipité avec le chlorure de platine. Par l'évaporation on a obtenu un chloroplatine rouge-orange sous forme d'une masse cristalline confuse. Celle-ci a donné à l'analyse des chiffres qui répondent sensiblement à 2 molécules de chlorure platinique pour 1 de chlorhydrate.

» Lorsqu'on ajoute une grande quantité d'alcool à un mélange de chlorhydrate de tricrotonylénamine et de chlorure platinique, il se forme un précipité jaune-orange cristallin, dont la composition répond sensiblement à la formule

$$(C^{12}H^{24}Az, 4HCl)^2 3PtCl^4.$$

» *Chloro-aurates.* — Il en existe plusieurs. L'un d'eux se dépose, en magnifiques aiguilles d'un jaune d'or, d'une solution très-acide de chlorhydrate de tricrotonylénamine additionnée d'une molécule de chlorure aurique. Ces cristaux, exposés dans le vide, perdent de l'eau et un peu d'acide chlorhydrique et se résolvent en une poussière d'un jaune pur.

» Le sel desséché dans le vide renferme

$$C^{12}H^{24}Az^4, 4HCl, AuCl^3$$ (¹).

» Dans un autre échantillon, qui était en aiguilles fines, on a trouvé

	Expérience.	Théorie.
C	21,16	21,45
H	4,66	4,60
Au	29,53	29,27
Az	8,62	8,32
Cl	31,79	31,65

chiffres qui répondent à la formule

$$C^{12}H^{24}Az^4, 3HCl, AuCl^3 + 2H^2O.$$

» Enfin, lorsqu'on abandonne à l'évaporation spontanée un mélange de chlorhydrate de tricrotonylénamine avec un excès de chlorure d'or, il

---

(¹)

	Expérience.	Théorie.
Carbone	21,90	21,39
Hydrogène	4,57	4,15
Azote	8,72	8,32
Chlore	35,00	36,89
Or	29,50	29,25

Cette analyse montre que le sel avait perdu une petite quantité d'acide chlorhydrique dans le vide.

se dépose des cristaux rouge-orange qui renferment un excès de chlorure d'or et dont la composition répond à la formule

$$(C^{12}H^{24}Az^4, 4HCl)^2 5AuCl^3$$ [1].

» Dissous dans un excès d'acide chlorhydrique, ces cristaux laissent déposer des aiguilles jaunes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination de la hauteur du mercure dans le baromètre sous l'équateur; amplitude des variations diurnes barométriques à diverses stations dans les Cordillères;* par M. **Boussingault.**

« Les baromètres, construits par Fortin, avaient été comparés au baromètre de l'Observatoire par Arago et Mathieu. Le 22 septembre 1822, ces instruments furent installés à bord du *Patriote*, brick de dix-huit canons, en partance d'Anvers pour l'Amérique méridionale. Après une relâche à l'île de Wight, un combat naval en vue de Tabago, qui amena la prise de la frégate *la Maria-Francisca*, le *Patriote* jeta l'ancre à la Guayra le 22 novembre.

» Immédiatement après le débarquement, les baromètres étant établis dans une maison située sur le port, on commença les observations, que M. Arago présenta à l'Académie des Sciences, après les avoir discutées; j'en reproduis les éléments dans mon Mémoire; il me suffira de présenter ici la conclusion : c'est que, si le baromètre de l'Observatoire de Paris eût été transporté à la Guayra et placé à $11^m,45$ au-dessus du niveau de la mer, le mercure se serait maintenu à une hauteur de $760^{mm},40$.

» Les observations furent continuées le jour et la nuit dans le but d'étudier les variations horaires, si régulières entre les tropiques.

» On sait en effet que, dans les régions équinoxiales, le mercure, dans le baromètre, atteint le maximum de hauteur entre 8 et 10 heures du matin; qu'il descend ensuite jusque vers 4 heures de l'après-midi; qu'il est à la hauteur minima entre 3 et 4 heures, pour remonter jusqu'à 11 heures du

(1)

	Expériences. I.	II.	III.	Théorie.
Carbone	12,73	12,96	12,68	12,75
Hydrogène	2,88	2,96	2,93	2,47
Azote	5,35	»	»	4,96
Chlore	35,07	»	»	36,17
Or	43,44	»	»	43,63

soir, sans arriver toutefois à la hauteur à laquelle il était à 9 heures du matin; qu'il s'abaisse enfin jusqu'à 4 heures du matin, sans tomber aussi bas qu'à 4 heures du soir; qu'il recommence alors son évolution. C'est là, du moins, ce qui a lieu généralement.

» La découverte d'un phénomène aussi constant, aussi régulier, semblait réservée à celui qui, le premier, porterait un baromètre dans la proximité de l'équateur. Il n'en fut pas ainsi : elle échappa à Richer, envoyé à Cayenne par l'Académie en 1672.

» Voici ce qu'on lit dans la relation qu'il a donnée :

« On estoit en peine de savoir si vers l'équateur la hauteur du vif-argent dans les baromètres estoit la même qu'à Paris ou non ; de quoy je me suis éclairé par les observations que j'ai faites en Caïenne pendant une année entière, où j'ai remarqué que sa plus grande hauteur n'a jamais surpassé 27 pouces 1 ligne dans un lieu qui n'estoit élevé au-dessus de la superficie de la mer que de 25 à 30 pieds (¹).

» C'est en 1722 que les variations périodiques horaires furent aperçues dans la Guyane hollandaise, par un observateur dont le nom est resté inconnu. Il en est fait mention dans une Lettre datée de Surinam, dont je crois devoir donner un extrait :

« Le mercure monte ici tous les jours régulièrement depuis 9 heures du matin jusqu'à environ 11 heures, après quoi il descend jusqu'à 2 ou 3 heures après midi et ensuite revient peu à peu à sa première hauteur; pendant tous ces changements il ne varie environ que de $\frac{1}{2}$ ligne à $\frac{3}{4}$ de ligne.»

» Les académiciens français chargés en 1735 de mesurer les trois premiers degrés du méridien n'avaient certainement aucune connaissance des observations de Surinam. Ils constatèrent dans les Cordillères la régularité des variations barométriques dont Bouguer et La Condamine attribuent la découverte à Godin :

« Quant au baromètre, dit La Condamine dans l'introduction du *Journal d'un voyage à l'équateur* fait par ordre du roi, sa hauteur moyenne à Quito est de 20 pouces 1 ligne et ses plus grandes variations ne vont pas à 1 $\frac{1}{2}$ ligne ; elles se font assez régulièrement à des heures réglées. C'est ce que M. Godin a remarqué le premier et ce que j'ai vérifié depuis plus d'un an. Le baromètre, vers 9 heures du matin, est à sa plus grande hauteur, et vers 3 heures de l'après-midi à la moindre. »

» Un baromètre, en 1741, ne causait pas le genre d'embarras qu'il occasionne de nos jours : on remplissait le tube au moment de l'obser-

(¹) *Observations astronomiques et physiques, faites en l'isle de Caïenne.*

vation; on exécutait, en réalité, l'expérience de Torricelli; il en résultait nécessairement des pertes de métal. Aussi La Condamine raconte-t-il qu'il ne lui reste plus que fort peu de mercure, celui qu'il avait apporté et que M. Geoffroy avait pris le soin de purifier ayant été perdu pendant six années d'observation sur les montagnes. On pourra se former une idée des difficultés que les académiciens français rencontraient à chaque pas dans leur expédition quand on saura que dans la ville de Quito, en ayant à sa disposition le laboratoire du Collége des Jésuites et le concours empressé du frère apothicaire, il fallut à La Condamine un mois d'un travail pénible pour obtenir du mercure en revivifiant du cinabre.

» En 1751, Thibaut de Chanvalon vérifia à la Martinique les faits constatés à l'équateur :

« Peu de temps après mon arrivée, dit Thibaut, j'aperçus que le baromètre montait insensiblement pendant toute la matinée, qu'ensuite, après avoir été quelque temps sans mouvement, il commençait à baisser jusqu'au soleil couchant; alors, après avoir été stationnaire, il remontait aux approches de la nuit jusqu'à 10 heures du soir. »

» C'est à Thibaut de Chanvalon, je crois, que l'on doit la notion de l'imperturbable régularité des variations, et aussi celle d'une certaine relation du phénomène avec le magnétisme. Il s'exprime ainsi :

« Les révolutions les plus considérables de l'atmosphère n'altèrent point cette marche périodique du baromètre, qui coïncide avec celle des variations horaires de la déclinaison magnétique. Au milieu des pluies abondantes, des vents, des orages, le mercure monte ou descend, si c'est son heure de monter ou de descendre, comme si tout était tranquille dans l'air. »

» La publication des résultats obtenus par les académiciens français ne pouvait manquer d'attirer l'attention du monde savant sur le phénomène des variations barométriques. Dès 1761, l'illustre botaniste Celestino Mutis, dont Linnæus disait : *Jure merito botanicorum in America princeps salutatur*, commençait à Santa Fé de Bogota des observations météorologiques qu'il continua pendant quarante années, sans en être distrait par les immenses travaux auxquels l'astreignit la flore de la Nouvelle-Grenade, œuvre de toute une existence, qu'il aurait eu la douleur de voir dispersée, s'il eût assez vécu pour assister aux discordes civiles qui ensanglantèrent l'Amérique espagnole.

» Ce n'est pas sans éprouver une vive émotion que je me trouvai dans l'observatoire de Bogota, construit par Mutis, au milieu des débris de magnifiques instruments qu'une soldatesque égarée venait de détruire.

Parmi ces ruines, on voyait une pendule de Graham, un quart de cercle de Bird, des télescopes à réflexion dont s'étaient servis Bouguer, La Condamine, Godin, et que Caldas avait rapportés de Quito comme de précieuses reliques.

» Celestino Mutis signala le premier avec netteté l'heure de l'abaissement du mercure avant le lever du soleil, ou, si l'on veut, la variation nocturne. A Bogota, la nuit, la hauteur maxima de la colonne mercurielle a lieu vers 11 heures du soir, la hauteur minima entre 3 et 4 heures du matin. J'ai ramassé dans les papiers épars sur le parquet de la salle méridienne des documents intéressants, dont j'ai pu assurer la conservation en m'opposant à ce qu'on les employât à la confection des cartouches. C'était un volumineux Journal météorologique, des Lettres de Lineus et d'Adanson, et une Correspondance des religieuses du couvent de Santa Clara, dont Mutis, entré dans les ordres en 1772, était devenu le directeur spirituel. Ces Lettres témoignaient d'une grande exaltation mystique : je les brûlai.

» Enfin j'eus le bonheur de rencontrer une page détachée d'un Journal de Mutis, où se trouve consignée la découverte des variations nocturnes du baromètre. On y voit qu'après deux années d'indécision, Mutis admit définitivement que l'abaissement du mercure dans le tube quelques heures avant le lever du soleil est bien réel. L'article est intitulé *Nota importante sobre el barometro*. J'en donne une traduction dans mon Mémoire.

» Le phénomène des variations périodiques diurnes était dès lors constaté dans sa généralité, grâce à l'anonyme de Surinam, à Godin, à Mutis. Comme cela est arrivé plus d'une fois dans les sciences, un fait important avait été découvert avec des instruments imparfaits, mais placés entre les mains d'hommes doués d'une intelligence supérieure.

» A partir de 1784, les observations barométriques se multiplièrent. Lamanon et Mongez, compagnons de l'infortuné Lapérouse, suivirent d'heure en heure la marche du baromètre sur l'océan Atlantique. Trail, Farquhar, Pearce, Balfour publièrent en 1795 des observations recueillies à Calcutta.

» En 1799, Humboldt commençait à Cumana les recherches qu'il continua pendant son séjour en Amérique. C'est de la publication de ces documents, si précieux pour l'histoire de l'atmosphère, que date la forte impulsion donnée à l'étude du phénomène des variations périodiques. Ce sont, en effet, les observations de Humboldt qui ont provoqué celles de Horsburgh sur les côtes de la Chine, du capitaine Kater dans les plaines élevées du Mysore, de Langsdoff et Horner pendant le voyage du capitaine

Krusenstern, d'Eschwege au Brésil, du capitaine Freycinet sur l'océan Pacifique, de Simonoff dans l'hémisphère austral, du capitaine Sabine sur les côtes occidentales de l'Afrique, de Claude Gay au Chili, de Tessan pendant l'expédition de la frégate *la Vénus*, du capitaine Duperrey, commandant la *Coquille*, dans son voyage autour du monde, campagne de trente et un mois et treize jours durant laquelle la corvette, après avoir parcouru 25000 lieues, est revenue à son point de départ sans avoir perdu un seul homme, sans malades, sans avaries.

» La variation horaire dans la pression ne serait pas, paraît-il, l'unique phénomène périodique accompli dans l'atmosphère; déjà j'ai rappelé que Thibaut de Chanvalon avait annoncé qu'elle coïncidait avec les changements qu'éprouve la déclinaison de l'aiguille aimantée dans le cours de la journée, fait confirmé depuis par Hansteen, ainsi que les variations diurnes de l'intensité du magnétisme. Récemment encore, en 1868, le P. Aguilar, de la Compagnie de Jésus, comparait à Quito la marche parallèle de la déclinaison et celle du baromètre, en faisant remarquer toutefois cette différence, que le baromètre a un minimum nocturne qu'on ne retrouve pas pour l'aiguille aimantée, presque toujours immobile pendant la nuit; ajoutons que, l'amplitude des oscillations de la colonne de mercure étant généralement très-faible, il y aurait encore là une certaine analogie entre les mouvements barométriques et les fluctuations magnétiques.

» Il ne reste plus de doute, aujourd'hui, sur les variations dans l'intensité de l'électricité de l'air. Dès 1830, Arago à Paris, Quetelet à Bruxelles déterminèrent quelles en étaient les heures du maximum et du minimum; les recherches prolongées dues à M. Dirt, de l'Observatoire de Kew, les établiraient ainsi :

Tension électrique.

Maximum de jour à................	10^h	du matin.
Minima de jour à......................	4	de l'après-midi.
Maximum de nuit à....................	10	du soir.
Minimum de nuit à....................	2	du matin.

» Quelques météorologistes inclinent à croire que l'état hygrométrique de l'air varie aussi dans le cours de la journée. Jusqu'à présent, cette opinion ne me paraît pas suffisamment justifiée. En consultant les nombreuses observations consignées dans mon Mémoire, on voit bien que, par un temps serein, l'air est le plus chargé d'humidité vers le lever du soleil, et qu'il devient plus sec à mesure que la température augmente; à la tombée de la

nuit, l'hygromètre marque à peu près le même degré qu'au commencement de la journée.

» J'ai été étonné, comme l'avait été de Humboldt, de la forte proportion de vapeur que l'on trouve dans l'atmosphère des tropiques, même dans les stations les plus élevées. Par exemple, un hygromètre de Saussure, parfaitement réglé, transporté des rives de la mer du Sud à une altitude de 6000 mètres, n'a presque pas varié dans ses indications. Sur les neiges perpétuelles, l'instrument marqua 86 degrés, la température étant de + 6°. Cela est certainement dû à cette circonstance, qu'en s'élevant dans les montagnes par un temps calme, on reste dans une couche d'air reposant sur un sol plus ou moins humide ; on constate alors l'état hygrométrique de cette zone inférieure et nullement celui qu'on trouverait à quelques mètres au-dessus de l'observateur.

» L'atmosphère est évidemment moins chargée d'humidité dans les hautes régions qu'au niveau des mers ; aussi, sur les plateaux des Andes, quand elle est violemment agitée par le vent, l'hygromètre y signale quelquefois une grande sécheresse, à ce point que dans les plaines de Bogota je l'ai vu marquer, momentanément il est vrai, 26 degrés.

» C'est seulement par des observations hygrométriques exécutées pendant des ascensions en ballon que l'on décidera si réellement la quantité de vapeur contenue dans l'air est sujette à des variations périodiques.

» J'ai rassemblé, dans le Mémoire que je présente à l'Académie, les observations, la plupart inédites, exécutées entre le dixième degré de latitude nord et le cinquième degré de latitude australe : dans la chaîne du littoral de Venezuela ; au milieu des plaines du Meta et de l'Orénoque ; dans les Cordillères orientales et centrales, dans les vallées de la Magdalena, du Cauca, et sous l'Équateur, depuis l'océan Pacifique jusqu'à une hauteur de 4000 à 5000 mètres. J'ai eu soin de mettre en regard, comme termes de comparaison, les résultats dus à d'autres voyageurs.

» Je me bornerai à présenter ici quelques-unes de ces observations

Océan Atlantique.

	Variation diurne.	Observateurs.
	mm	
Décembre 1822. Port de la Guayra. (Niveau de la mer ; température moyenne, 27 à 28°)...	2,54	Rivero et Boussingault.
Janvier 1848. Port de Santa Maria. (Niveau de la mer ; température moyenne, 27 à 28°)...	2,53	Lœwy.

Océan Pacifique.

	Variation diurne.	Observateurs.
1823. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)............	2,92	Duperrey.
1832. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)............	3,46	Boussingault.
1838. Port de Payta. (Niveau de la mer; température moyenne, 27 à 28°)............	3,10	De Tessan.

Chaîne du littoral. Vallées d'Aragua.

1799. Caracas. (Altitude, 936 mètres; température moyenne, 21°,0................	2,97	De Humboldt.
1822. Caracas. (Altitude, 936 mètres; température moyenne, 21°,0)................	2,81	Rivero et Boussingault.
1823. Maracay. (Altitude, 439 mètres; température moyenne, 25°,4)...............	4,02	Rivero et Boussingault.
1823. Valencia. (Altitude, 488 mètres; température moyenne, 25°,6)................	3,95	Rivero et Boussingault.
1823. San Carlos. (Altitude, 169 mètres; température moyenne, 28°,5)..............	4,36	Rivero et Boussingault.

Cordillère orientale.

1823. Pamplona. (Altitude, 2311 mètres; température moyenne, 16°,7)..............	2,13	Rivero et Boussingault.
1808. Bogota. (Altitude, 2641 mètres; température moyenne, 14°,5)............ ...	2,30	Caldas.
1823-1824. Bogota. (Altitude, 2641 mètres; température moyenne, 14°,5)............	2,28	Rivero et Boussingault.

Vallée du rio Magdalena.

1823. Honda. (Altitude, 270 mètres; température moyenne, 28°,0)..................	4,26	Boussingault.
1848. Honda. (Atitude, 270 mètres; température moyenne, 28°).....................	4,75	Lœwy.

Vallée du Cauca.

1825. Antioquia. (Altitude, 629 mètres; température moyenne, 25°,7)..............	4,40	Boussingault.
1827-1832. Cartago. (Altitude, 978 mètres; température moyenne, 24°,2)...........	4,20	Boussingault.

Plaines de Meta et de l'Orénoque.

1824. Marayal. (Altitude, 236 mètres; température moyenne, 28°,2)................	3,25	Rivero, Roulin et Boussingault.

	Variation diurne.	Observateurs.
1824. Cariben (Orénoque). (Altitude, 236 mètres; température moyenne, 29°,2).......	3,90	Rivero, Roulin et Boussingault.
Andes.		
1846. Quito. (Altitude, 2910 mètres; température moyenne, 15°,2)................	2,11	Aguirre, Boussingault.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Augmentation des matières albuminoïdes dans la salive des albuminuriques.* Note de M. VULPIAN.

« Dans le cours d'essais thérapeutiques faits à l'aide d'injections sous-cutanées de chlorhydrate de pilocarpine, j'avais vu que la salive recueillie chez un malade atteint d'affection de Bright et soumis à des injections de ce genre contenait une quantité notablement plus considérable de matières précipitables par l'acide azotique et par la chaleur que dans l'état normal. J'avais répété l'expérience sur le même malade, sur sa propre demande, car il s'était senti soulagé à la suite de la première injection. Comme la première fois il avait peu sué, mais il avait considérablement salivé, et, cette fois encore, on avait noté le même résultat. Ce résultat était d'autant plus facile à constater, que l'on pouvait soumettre comparativement aux mêmes réactifs la salive recueillie sur des malades non albuminuriques et chez lesquels on avait pratiqué aussi une injection hypodermique de chlorhydrate de pilocarpine. Ce fait m'avait paru offrir un certain intérêt, mais il ne pouvait acquérir une réelle valeur qu'à la condition de n'être pas absolument exceptionnel; cependant je l'avais signalé à mon Cours, en indiquant les hypothèses que l'on pouvait émettre à propos de sa signification. J'avais prié M. Straus, agrégé de la Faculté, médecin des hôpitaux, de faire des recherches dans le même sens. Il n'a eu l'occasion de faire des injections sous-cutanées de chlorhydrate de pilocarpine que sur deux malades atteints d'albuminurie, et sur chacun de ces malades il a observé le fait dont je viens de parler.

» Le malade sur lequel j'avais noté l'augmentation des matières albuminoïdes dans la salive offrait une infiltration œdémateuse peu considérable. Son affection rénale était mixte; elle offrait à la fois les caractères de la néphrite parenchymateuse et ceux de la néphrite interstitielle; elle existait déjà depuis plusieurs mois.

» Le premier des deux malades observés par M. Straus était un homme

âgé de quarante ans, entré à l'hôpital Tenon pour s'y faire soigner d'une néphrite parenchymateuse datant de six mois environ. Son urine contenait une assez forte quantité d'albumine. Deux injections de chlorhydrate de pilocarpine et une injection de nitrate de pilocarpine ont été faites sous la peau de ce malade, à plusieurs jours d'intervalle. Chaque fois M. Straus a vu la chaleur et l'acide nitrique produire un trouble très-prononcé dans la salive sécrétée sous l'influence de la pilocarpine, après qu'on avait pris soin de traiter ce liquide par l'acide acétique et de le filtrer pour le débarrasser du mucus qu'il contenait. M. Degræve, pharmacien en chef de l'hôpital, a déterminé la quantité de la mucine et de l'albumine contenues dans cette salive : il a trouvé $0^{gr},253$ de mucine et $0^{gr},182$ d'albumine (matière précipitable par l'acide azotique et la chaleur) pour 1000 grammes de liquide filtré.

» Le second malade, offrant aussi une forte albuminurie, était un homme âgé de quarante et un ans, atteint d'insuffisance de la valvule mitrale. Deux injections sous-cutanées, chacune de $0^{gr},02$ de nitrate de pilocarpine, ont été pratiquées, à neuf jours d'intervalle, par M. Straus sur ce malade. Il a constaté, comme chez le premier malade, que la salive sécrétée sous l'influence du sel de pilocarpine se troublait considérablement par la chaleur et l'acide azotique. M. Degræve a trouvé dans cette salive $0^{gr},45$ de mucine et $0^{gr},145$ d'albumine pour 1000 grammes de salive filtrée.

» Enfin, M. Straus a prié M. Degræve de déterminer la quantité de matières albuminoïdes précipitables par la chaleur et l'acide nitrique dans la salive obtenue de la même manière chez un malade non atteint d'albuminurie. Voici les chiffres obtenus : $0^{gr},320$ de mucine et $0^{gr},050$ d'albumine pour 1000 grammes de salive filtrée.

» Chez les malades atteints d'albuminurie, la salive peut donc contenir une plus grande quantité de matières albuminoïdes que dans l'état normal. Ce fait, intéressant par rapport aux théories de l'albuminurie, trouve peut-être une explication très-simple dans l'infiltration des glandes salivaires par la sérosité de l'œdème. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait rechercher si c'est une altération de l'épithélium des glandes salivaires ou une modification des principes albuminoïdes du sang ou des liquides infiltrés qu'il faut mettre en cause. »

CHIMIE. — *Sur le spectre du nitrate de didyme.* Note de MM. Lawrence Smith et Lecoq de Boisbaudran.

« Le nitrate de didyme, neutre ou légèrement acide, donne un spectre d'absorption à peu près identique à celui du chlorure : les raies élémentaires des bandes y sont toutefois moins nettes; mais l'addition d'acide nitrique produit des changements importants dont nous citerons les plus frappants.

» 1° La large bande du jaune (voisine de D du Soleil) que le nitrate neutre montre noire dans toute son étendue, avec le bord droit le plus net (le rouge étant à la gauche de l'observateur), conserve son intensité dans sa partie gauche, en n'absorbant plus que faiblement la lumière dans sa partie droite; de ce côté, l'ancien bord est représenté par une raie presque étroite, bien moins intense que ce qui reste de la bande à gauche. Pour obtenir ce résultat, il ne faut pas une solution trop concentrée, la bande du jaune restant alors pleine, malgré l'excès d'acide libre.

» 2° Un effet à peu près semblable est produit sur la double bande du vert (près de *b* du Soleil); la partie droite est considérablement pâlie, tandis que la partie gauche se maintient noire. L'expérience réussit avec une liqueur assez concentrée pour donner la bande du jaune encore entièrement noire.

» 3° La raie du bleu 475,8 disparaît presque entièrement. Une raie, invisible dans le nitrate neutre, apparaît à environ $\frac{1}{3}$ (ou peut-être légèrement plus de $\frac{1}{3}$) de la distance qui sépare les raies 475,8 et 469,1, c'est-à-dire vers 473,5 à 473,0. L'instrument dont nous nous servons ne permet pas une mesure plus exacte.

» Comme ces variations spectrales, corrélatives aux changements de dissolvant, sont de nature à induire en erreur les observateurs non prévenus, nous pensons utile de les signaler.

» Ces expériences ont été faites à la Faculté de Médecine, dans le laboratoire de M. Wurtz, que nous remercions vivement de sa bienveillante hospitalité. »

CHIMIE. — *Sur le spectre du nitrate d'erbium.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« Le nitrate d'erbium, neutre et de concentration moyenne, fournit un spectre d'absorption ne paraissant pas différer sensiblement de celui du

chlorure; mais la présence d'un excès d'acide nitrique produit des changements très-notables.

» On place dans deux flacons A et B volumes égaux d'une même solution sirupeuse de nitrate d'erbium peu acide. Le spectre de cette liqueur très-concentrée se rapporte assez bien, sauf les différences d'intensité, à celui que j'ai dessiné autrefois ([1]) en me servant d'une solution de chlorure moins riche. Seulement, dans le cas actuel, la raie 540,9 possède une intensité notablement plus grande que la raie 536,3.

» On verse ensuite quantités égales d'eau dans A et d'acide nitrique dans B.

» Le spectre de A est exactement celui de mon ancien dessin; la raie 536,3 y est donc très-légèrement plus marquée que la raie 540,9.

» Dans le spectre de B, au contraire, 540,9 domine sensiblement 536,3.

» La raie du rouge 683,7, très-affaiblie, se voit moins bien que dans A.

» Le groupe du vert (voisin de *b* du Soleil), au lieu d'être formé d'une raie nette et forte accompagnée à droite de deux autres raies beaucoup plus faibles (ainsi que cela se voit avec A), est plein sur toute sa largeur. L'ensemble de ce groupe est plus marqué dans B que dans A.

» Le groupe du bleu (proche de F du Soleil) est moins intense que dans A et sans raie distincte à 487,4. Dans A cependant, cette raie se détache fort nettement.

» La grosse bande du violet 451,5 paraît être plus forte dans B que dans A. »

M. Alph.-Milne Edwards présente, en son nom et au nom de son collaborateur M. *Alfred Grandidier*, trois nouveaux demi-volumes de l'« Histoire naturelle des Oiseaux de Madagascar ». Ces fascicules, qui vont paraître dans quelques jours, comprennent :

La première Partie du premier Volume de texte;

La deuxième Partie du premier Volume de l'Atlas;

La première Partie du deuxième Volume de l'Atlas.

« Ce sont, ajoute M. Alph.-Milne Edwards, des Tomes détachés de l'Ouvrage d'ensemble publié par M. Alfred Grandidier et intitulé « Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar » ; on y trouvera les Chapitres relatifs aux Perroquets, aux Oiseaux de proie diurnes ou nocturnes

([1]) *Spectres lumineux, Pl. XV.*

et aux Cuculides. Nous avons cherché à faire connaître, aussi complétement que possible, non-seulement les caractères extérieurs, mais aussi les particularités anatomiques les plus remarquables de chacune des espèces. L'ostéologie des Cuculides de Madagascar, dont on a formé le genre *Coua*, y est l'objet de recherches particulières qui mettent en lumière les affinités de ces Oiseaux avec les *Centropus*. »

M. A. DE CALIGNY fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom de son collaborateur M. Bertin, d'un Ouvrage intitulé : « Sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg. »

« Voici, au sujet de ce travail, ajoute M. de Caligny, l'opinion exprimée par une Commission qui s'est trouvée incidemment chargée de l'examiner au Ministère de la Marine :

« .... Cette Notice offre un vif intérêt scientifique pour les ingénieurs qui s'occupent de constructions à la mer, car les travaux entrepris à Cherbourg en 1739 d'après les plans de Louis-Roland Hüe de Caligny, directeur des fortifications des haute et basse Normandie, ont été très-remarquables et font époque dans l'histoire de l'architecture hydraulique. Au point de vue historique, elle renferme des détails très-curieux sur une période d'où date l'élévation de l'ancienne petite ville de Cherbourg au rang de port commercial et militaire.

» Cette Note, rédigée d'après des pièces authentiques, et accompagnée de plans originaux et inédits et de détails biographiques sur les ingénieurs de Caligny, qui se sont distingués dans la première moitié du siècle dernier, sera lue avec plaisir par toutes les personnes qui s'intéressent à l'histoire de la ville de Cherbourg.... »

» Je dois ajouter que le mérite de ce travail appartient principalement à M. Bertin. Je ne m'étais guère occupé que de la correspondance de mon bisaïeul de Caligny avec le maréchal d'Asfeld, sur laquelle il a donné de nouveaux détails. C'est M. Bertin qui a fait l'analyse du Mémoire de Vauban, dont le plan est joint à cette Notice. C'est d'ailleurs à lui que je dois la connaissance du Mémoire de M. de Caux, relatif aux expériences dont mon grand-père de Caligny s'est occupé sur l'emploi des pierres jetées dans l'eau sans aucun appareil pour élever des enrochements par des fonds de 50 pieds, de sorte qu'il participa ainsi aux travaux préparatoires sur lesquels on s'est appuyé, après l'abandon du système des cônes de M. de Cessart, pour exécuter le grand travail de la digue de Cherbourg. »

M. PASTEUR fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : « Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation ».

M. **Daubrée** informe l'Académie que M. Fouqué est sur le point de partir pour l'Etna et s'exprime en ces termes :

« La Section de Minéralogie et Géologie a appris que M. Fouqué est à la veille de partir pour l'Etna. Elle prie l'Académie de vouloir bien témoigner combien elle prend intérêt aux études de ce savant, et d'appeler l'attention de M. le Ministre de l'Instruction publique et de M. le Ministre des Affaires étrangères sur M. Fouqué. Déjà ce géologue infatigable et dévoué a rempli plusieurs missions pour étudier les éruptions volcaniques : deux à l'Etna en 1865, trois à l'île de Santorin en 1866, 1867, 1875, deux aux îles Açores. Les résultats considérables déjà obtenus par M. Fouqué sur les émanations des volcans témoignent de l'importance de ceux qu'on est en droit d'en attendre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Ehrmann*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Donders	obtient.	46	suffrages.
M. Schwann	»	3	»
M. Ludwig	»	2	»

M. **Donders**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Angström*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Stokes	obtient.	44	suffrages.
M. Tyndall	»	4	»
M. Edlund	»	2	»
M. Lloyd	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Stokes**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Observations recueillies pendant le voyage de la frégate* la Magicienne. Note de M. l'amiral SERRES.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, de Quatrefages, Daubrée, Pâris, Mouchez.)

« Il y a trois ans, le commandant de la station du Pacifique, sur le point de quitter la France, allait rendre ses devoirs à un amiral Membre de l'Institut. « Souvenez-vous, disait l'amiral à celui qui venait prendre ses con- » seils, souvenez-vous que la marine a perdu le prestige de la distance et » de l'inconnu ; si elle veut conserver la haute situation qu'elle a longtemps » occupée dans l'opinion publique, il faut qu'elle se rende utile ; l'officier » naviguant doit être le pionnier de la Science, l'officier commandant doit » être le délégué de nos académies. » Et comme j'objectais et les exigences du service et mon insuffisance : « Travaillez, me répondit M. l'amiral Pâris, » et faites travailler les autres. » Venant d'un tel homme, cet appel devait être entendu : j'ai trouvé parmi mes compagnons des cœurs dévoués et des esprits d'élite, je me suis fait le centre et le lien de leurs efforts, et je viens aujourd'hui vous apporter le résultat de leurs études ; je viens aussi vous remercier de la confiance bienveillante dont vous nous avez donné des preuves. Cette confiance, messieurs, portera ses fruits : les officiers de la marine, encouragés par vos suffrages, voudront se rendre dignes du rôle auquel vous les appelez; ils profiteront des institutions nouvelles. Mieux préparés, mieux dirigés aussi, ils vous donneront davantage ; aujourd'hui vous recevez un hommage, demain vous recueillerez une moisson.

» La frégate *la Magicienne* a quitté Brest à la fin de l'année 1876. Dès la première relâche à la Praya (îles du Cap-Vert), M. Lemercier, lieutenant de vaisseau, a commencé une série d'observations magnétiques qui a été continuée pendant toute la campagne. Dans chaque lieu, la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité ont été déterminées au moyen du théodolite de M. Marié-Davy. Le détail des opérations et le Tableau des résultats seront mis sous vos yeux.

» M. Dubois, médecin en second de la frégate, a commencé aussi à la Praya la collection des fonds de mer demandés par l'Académie. Ces fonds ont été recueillis de préférence sur les ancres au moment de l'appareillage ; ils appartiennent, par suite, à des couches relativement profondes, plus fixes

et plus homogènes que les couches superficielles. Il est regrettable que le temps et les instruments nous aient manqué pour faire des sondages par de grandes profondeurs.

» Après une relâche sans intérêt à Montevideo, la *Magicienne* a fait route pour le détroit de Magellan ; elle a remonté ensuite les canaux qui longent la côte ouest d'Amérique et vont déboucher au sud du golfe de Peñas. Dans ces parages, il y avait à faire une riche moisson. M. le D[r] Savatier, médecin en chef de la division, s'est mis à la tête des chasseurs et des explorateurs ; un grand nombre de spécimens des trois règnes ont été recueillis, quelques espèces rares et même nouvelles ont été trouvées. MM. les professeurs du Muséum ont bien voulu faire préparer les éléments d'un compte rendu dont M. Savatier s'occupera dès son retour à Paris.

» Au cours de notre navigation dans les canaux, nous avons rencontré nombre de pirogues montées par des habitants de la Terre de Feu (*Fueginos*) ou plutôt par des habitants des îles qui s'étendent à l'ouest de la Terre de Feu proprement dite. Ces sauvages profitent de la belle saison pour remonter vers le nord et jouir des bienfaits d'une nature moins inclémente. Ils voyagent dans de mauvais bateaux au moyen de quelques rames grossières. En général, faibles, paresseux, rabougris, ils ne savent fabriquer que des instruments de chasse, de pêche et de guerre très-imparfaits. Vivant au milieu des loups marins, dont la fourrure est si chaude et si facile à assembler en vêtements, ils restent à peu près nus ; les huttes qu'ils construisent peuvent à peine passer pour un abri. C'est la race la plus abjecte que j'aie jamais rencontrée, et, chose étrange, cette race est éminemment sobre : le Fuégien repousse toute boisson fermentée ; il ne s'enivre jamais, montrant ainsi qu'il est d'une famille qu'on peut voir dégradée, mais qu'on ne peut comprendre sans une vertu.

» Après avoir franchi le détroit de Magellan, la frégate a visité Lota dans le golfe d'Araucanie, Valparaiso et la baie du Callao. Entre ces divers points, les études relatives aux vents et aux courants ont été continuées ; sur le dernier, les observations magnétiques ont même pris un intérêt nouveau : M. Lemercier a pu transporter son théodolite presque au sommet des Andes. Nous l'avons accompagné en suivant le chemin de fer de la Oroya, une voie dont les rails doivent unir la côte du Pacifique aux rives de l'Amazone, une folie qui pourrait devenir une merveille. Du Callao nous nous sommes rendus à Ancon, petit port situé à quelques lieues dans le nord de Lima et voisin d'une immense nécropole indienne où nous nous proposions de faire des fouilles.

» Ces fouilles ont été dirigées par M. Savatier et par M. de Cessac, jeune voyageur envoyé en mission par le département de l'Instruction publique L'importance des résultats n'est pas encore connue; ce que je puis annoncer à l'Académie, c'est que nombre de squelettes, de vases, d'ustensiles ont été trouvés et que les éléments d'une belle étude ethnographique ont été réunis. Si ces éléments paraissent incomplets, il sera facile de s'en procurer de nouveaux: le nombre de sépultures intactes est encore considérable.

» Une traversée rapide nous a conduits d'Ancon à San-Francisco. Ce n'est point ici le lieu de parler des merveilles de ce pays, où la paix, la sécurité, la culture intellectuelle et toutes les élégances de la civilisation ont remplacé, dans l'espace d'un quart de siècle, les désordres et les violences des premiers jours; qu'il me soit permis seulement de rendre hommage à l'empressement, je devrais dire au zèle, avec lequel les Américains nous ont initiés à la connaissance de leurs industries et de leurs institutions.

» La rade de San-Francisco est une de celles où l'on peut se faire une idée juste des progrès que la marine à voiles, stimulée par la concurrence de la marine a vapeur, a pu, grâce à l'emploi du fer, accomplir dans ces derniers temps. Chaque année l'Angleterre expédie en Californie des centaines de clippers, dont le port va jusqu'à 2000 tonneaux. Ces navires, longs, étroits, fortement mâtés, grands marcheurs, apportent pour un fret modique des marchandises de faible valeur; ils reviennent en Europe avec du blé qu'ils chargent à 50 ou 60 francs la tonne. Les armateurs se plaignent et continuent leur trafic. La supériorité de marche des clippers à voiles, élément indispensable de leur succès, est due non-seulement à leurs formes, mais aussi à l'excellente organisation de leur voilure, et le trait caractéristique de cette voilure, c'est sa grande élévation. J'insiste sur ce point, parce qu'une série d'observations faites sur la *Magicienne* donne raison aux constructeurs qui, contrairement aux usages anciens, ont agrandi les voiles hautes aux dépens des voiles basses. Pendant la campagne un anémomètre de Robinson a été observé toutes les heures à une attitude de 8 mètres; deux fois par jour ce même instrument a été observé à une altitude de 36 mètres. Sauf de très-rares exceptions, la vitesse du vent a toujours été trouvée plus grande dans le second cas que dans le premier, et le rapport moyen déduit de milliers de lectures a été de 12 à 10. On voit par là combien il importe d'aller chercher la puissance motrice dans les regions supérieures. Je présente à l'Académie un spécimen des matures nouvelles. On pourrait les croire dangereuses, mais les cordes métalliques ont des propriétés que les constructeurs ont su utiliser, et d'ailleurs l'experience a donné raison a leur audace.

» Le moment étant venu de visiter l'Océanie, la frégate a fait voile pour Tahiti. Nous avons, en chemin, touché aux Marquises et traversé le groupe des Pomotou. La précision des atterrages nous a confirmés dans la confiance que nous inspiraient déjà nos chronomètres. Ces instruments, que M. le directeur général du Dépôt des Cartes nous avait confiés au nombre de dix, avaient été mis aux mains de M. Lemercier. Les résultats qu'il a obtenus en déterminant et en appliquant les coefficients de température donnent la mesure de ce qu'on peut attendre des montres marines actuelles lorsqu'elles sont nombreuses et en bonnes mains. Pendant notre longue campagne, nous n'avons jamais constaté une erreur de plus de 2 milles, et les longitudes, déterminées *a posteriori* pour certains points douteux, tels que les Marquises, seront, sans nul doute, exactes à la seconde de temps.

» A Tahiti, un observatoire a été organisé; plusieurs étoiles australes ont été observées; les calculs qui doivent précéder leur insertion au Catalogue seront bientôt terminés.

» L'ethnographie de la race polynésienne a été l'objet d'études si savantes, qu'il siérait mal a des voyageurs sans compétence d'émettre une opinion sur le même sujet. Qu'il me soit permis cependant de vous faire part d'une impression qui a été trop générale pour ne pas toucher par quelque point à la vérité. Nous avons vu des familles d'Indiens dans toute l'Amérique, Fuégiens, Patagons, Araucans, naturels du Pérou et de la Bolivie, habitants des provinces du nord, gens de la côte et de l'intérieur : presque tous ont une physionomie morne et manifestent une sorte de répulsion pour l'Européen; leurs mouvements manquent de grâce; ils n'ont point de goût pour les arts, ceux qui vivent au bord de la mer sont des pêcheurs timides, et ce n'est que par la force qu'on en fait des marins. Le Polynésien, au contraire, qu'il soit né aux Sandwich, aux Gilbert ou aux Tonga, est d'humeur facile et confiante; il a reçu du ciel l'instinct de l'élégance et de la beauté; la femme fait des travaux d'ornement d'une exquise délicatesse; l'homme est supérieur dans les exercices du corps; tous ont pour la musique des dispositions surprenantes, et il est des îles, celles du groupe de la Société par exemple, où l'on entend des chœurs d'une harmonie irréprochable. De plus, les Polynésiens sont, sans exception, d'intrépides navigateurs; les femmes ne le cèdent point aux hommes pour l'indifférence aux dangers de la mer, et l'on raconte que la reine Pomaré, dans le cours de sa longue existence, n'a jamais retardé d'une heure, pour raison de mauvais temps, un voyage annoncé. Comment admettre que des peuples de dispositions et d'aptitudes si différentes puissent avoir une origine commune?

» En quittant l'Océanie, nous avons fait route pour la côte du Chili, et

nous sommes arrivés à Valparaiso le 4 janvier 1878, à temps pour recevoir des mains du capitaine du paquebot l'équatorial et la lunette photographique destinés par l'Académie à l'observation du passage de Mercure.

» Les instruments et leurs accessoires ayant été trouvés en excellent état, il ne restait qu'à régler l'installation de l'observatoire et à préparer les observateurs. Ces soins ont été dévolus à M. le commandant Fleuriais, que son instruction et son expérience appelaient naturellement à ce rôle.

» En attendant l'époque où la *Magicienne* devait quitter les côtes du Chili, nous nous sommes occupés d'une détermination intéressante pour les marins et les géographes, celle de la différence en longitude entre Buenos-Ayres et Valparaiso. Ces deux points sont reliés télégraphiquement; mais, sur le parcours, il y a plusieurs lignes appartenant à diverses Compagnies. Il fallait obtenir l'établissement d'une communication directe et la libre disposition des appareils pendant quelques heures. Grâce à l'obligeance de M. Zarratea, ministre de la République Argentine, les difficultés de détail ont été levées; un officier de l'*Hamelin*, envoyé par M. le contre-amiral Allemand, commandant en chef de la station de l'Atlantique sud, a pu recevoir et renvoyer nos signaux. On doit regretter que les circonstances de temps trouvées par M. Martin à Buenos-Ayres n'aient pas été plus favorables; on doit regretter aussi que nous n'ayons pu disposer, pour fixer les états des montres, que de nos instruments à réflexion. Il n'en reste pas moins acquis que la différence de longitude entre deux points choisis sur les côtes est et ouest d'Amérique est connue à une seconde près, c'est-à-dire avec une précision que ne comportent pas les observations lunaires.

» Nous sommes partis de Valparaiso le 20 mars et, remontant la côte, nous avons laissé tomber l'ancre pour la deuxième fois dans la rade du Callao. Obligés, pour le service de la station, d'y séjourner plusieurs semaines, nous trouvant sous un climat analogue à celui de Payta, point choisi à cause de la pureté de son ciel pour les observations du 6 mai, nous résolûmes d'organiser notre observatoire, de le rendre amovible, de faire toutes les études préalables, et de nous transporter prêts et armés à Payta quelques jours avant le passage.

» Les dessins envoyés à l'Académie montrent en détail les dispositions adoptées. Les instruments ont été montés sur des piliers en briques ou en béton. Établis au centre de fosses profondes, entourés après leur érection de matières compressibles, telles que paille, sciure de bois et copeaux, ces piliers ne transmettaient aux lunettes aucune des vibrations du sol. Les opérateurs de la lunette photographique et les observateurs du chrono-

graphe étaient établis sous des cabanes légères; une voile soutenue par des espars mettait l'équatorial à l'abri du vent.

» Peu de jours suffirent pour compléter ces préparatifs et distribuer les rôles. Sans plus attendre, M. Fleuriais commença l'instruction du personnel. Au bout de vingt jours, cette instruction nous paraissant complète et la frégate n'étant plus retenue au Callao par les exigences du service, nous partîmes pour Payta.

» Nous avons mouillé dans ce port le 28 avril : vingt-quatre heures après nos lunettes étaient remontées. Aucune disposition nouvelle n'a été prise; seulement on a eu le soin de tracer sur les murs des maisons voisines l'épure du passage, et l'on a élevé dans l'ouest de l'observatoire une tente destinée à le protéger contre le vent.

» Pendant les journées qui ont précédé le 6 mai, chacun s'est rendu à son poste et l'on a fait des répétitions complètes; la sensibilisation des plaques a été définitivement réglée. Aussi bien préparés que possible, nous avons attendu le moment décisif. Le 5, nous avons conçu quelques appréhensions : le temps s'est couvert et l'atmosphère s'est chargée; mais le 6, le Soleil s'est levé dans un ciel d'une pureté parfaite, et les observateurs ont pu étudier le phénomène sans interruption.

» Il est inutile de rappeler ici des résultats que vous connaissez déjà. La réussite a répondu à vos désirs; aussi je pense que, si des observations analogues doivent être entreprises avec les mêmes instruments, il n'y a point à chercher d'autres dispositions que celles qui avaient été adoptées. Je ne voudrais, pour ma part, ajouter que deux recommandations, celle de drainer les fosses des piliers si l'on s'établit dans un pays pluvieux, celle de donner à l'équatorial des abris moins précaires et plus efficaces.

» Après avoir quitté Payta, la *Magicienne* a fait pour la seconde fois le tour de l'océan Pacifique, en passant par Panama, les archipels et San-Francisco. Au cours de ces diverses traversées, des observations régulières relatives aux températures de l'air et de l'eau, à la force et à la direction du vent, aux variations barométriques, à l'intensité des courants, ont été poursuivies par M. le lieutenant de vaisseau Bretel. Les résultats ont été consignés dans des Bulletins hydrographiques et météorologiques qui seront prochainement réunis et classés.

» A son retour en France, la frégate a touché Valparaiso, mouillé à l'entrée du golfe de Peñas, traversé les canaux et le détroit de Magellan. Une fois encore, nous avons admiré le spectacle étrange et grandiose de ces régions qui semblent à peine échappées aux convulsions des premiers

âges. Plus heureux qu'au début, grâce au talent de M. le lieutenant Feyseau et de plusieurs jeunes officiers formés à son école, nous avons conservé la trace de nos impressions. L'Académie pourra, en parcourant l'album mis sous ses yeux, saisir le caractère des paysages magellaniques.

» La difficulté, bien souvent même l'impossibilité de naviguer la nuit dans les canaux et dans le détroit, nous ont obligés à de fréquentes relâches. Elles ont été utilisées, et nous avons ajouté aux plantes recueillies au Chili un bon nombre d'espèces, notamment de celles demandées par le Muséum. L'arbre de Winter, le hêtre antarctique, plusieurs conifères, une grande variété de mousses et de fougères ont été transplantés dans des bâches avec tout le soin possible. Malheureusement la traversée du cap des Vierges à Sainte-Hélène a été longue, et nos collections ont été soumises à une température trop élevée; beaucoup de sujets ont péri, et, ce qui nous cause un vif regret, nous n'avons pu sauver ni un seul de nos fraisiers du Chili, ni une de ces fougères antarctiques qui sont fines comme une dentelle et si légères, qu'un souffle les fait onduler.

» A Sainte-Hélène, M. Lemercier a terminé la série de ses observations magnétiques. La discussion des résultats de son travail sera intéressante; elle confirmera, si je ne me trompe, plusieurs des vérités signalées par Humboldt et Bravais. De Sainte-Hélène la *Magicienne* a fait voile vers la France, emportant de sa dernière relâche quelques plants de fougère arborescente, curieux à cause de leur origine.

» Messieurs, les résultats obtenus pendant la campagne qui vient d'être sommairement racontée seraient bien pauvres si le bâtiment qui portait mon pavillon avait reçu une destination scientifique; vous leur avez attribué une certaine valeur parce qu'ils sont le fruit du travail d'hommes de bonne volonté. Ces hommes seront toujours heureux de pouvoir utiliser l'expérience qu'ils ont acquise et toujours prêts à se consacrer sous votre direction à l'avancement de la Science. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Poulet adresse un Mémoire intitulé : « Sur la formation de la houille ».

(Commissaires : MM. Fremy, Daubrée.)

M. Bourcier adresse une Note intitulée : « Loi relative à l'alternance du sexe des ovules ».

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. **Gyldén**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Schiaparelli**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Huxley**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Les Eaux minérales d'Auvergne », par M. le Dr *Boucomont*.

2° Un Ouvrage de M. *Gaussin*, intitulé : « Annuaire des courants de marée de la Manche pour l'an 1879 ». (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

3° Un Ouvrage de M. *Greene*, portant pour titre : « Trusses and arches analysed and discussed by graphical methodes. Part II : Bridge-Trusses. » (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

4° Un Ouvrage de M. *A. Bajo*, portant pour titre « Sulle oscillazioni, equilibrio dinamico, e prove delle travi metalliche ».

(Ces deux derniers Ouvrages sont renvoyés à l'examen de M. Tresca.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* II, 1867, *faites à l'Observatoire de Florence* (Arcetri). Note de M. **Tempel**, présentée par M. Lœwy

« La petitesse de cet astre paraît rendre son observation difficile. M. Tempel a néanmoins pu obtenir les positions suivantes :

Dates. 1879.	Temps moyen de Florence.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
	h m s	h m s	° ′ ″
Mai... 1	15. 5. 2	16.52.16,15	−14.20.42,2
13	11.30.36	16.50.35,77	15.58. 6,8
17	12.11.58	16.49. 2,18	−16.35.29,9

» La correction de la nouvelle éphéméride de M. Raoul Gautier est à

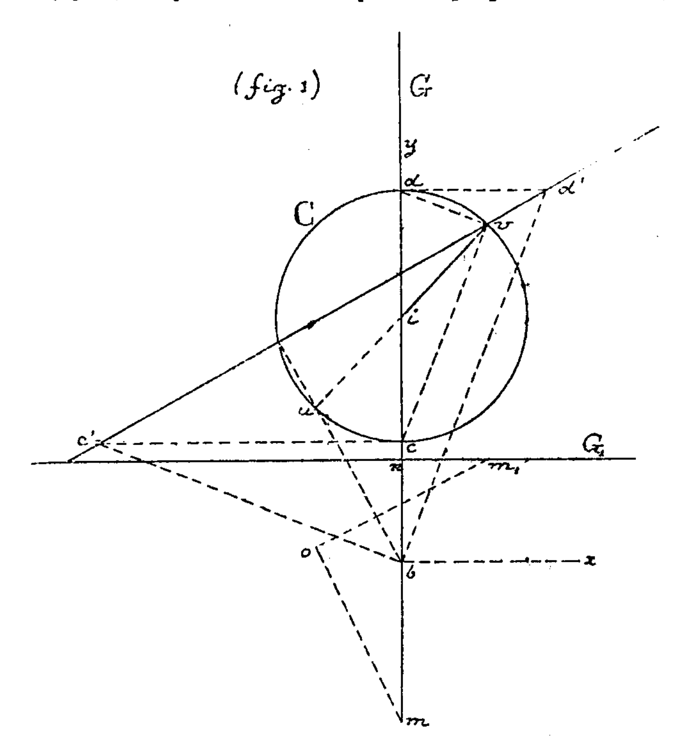
peu près — 10^s en ascension droite et $+ 1',5$ en déclinaison. La comète est toujours restée très-peu lumineuse; toutefois, l'éclat de la partie centrale granulée semble avoir un peu augmenté. »

GÉOMÉTRIE. — *Transformation d'un pinceau de normales.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Le mode de transformation dont je me suis occupé dans ma dernière Communication (¹) s'applique, ainsi que je l'ai annoncé, à un système quelconque de droites.

» Je vais étudier aujourd'hui son application à un pinceau de normales.

» Soient m (*fig.* 1) un point d'un ellipsoïde $[m]$, de centre o, et G la normale en ce point. En faisant tourner le plan (o, G) d'un angle droit autour du point o, le point m vient en m_1 et la droite G en G_1. Le lieu des points tels que m_1 est une surface de l'onde $[m_1]$.



» Il résulte de ce que j'ai démontré à la fin de ma dernière Communica-

(¹) Séance du 2 juin 1879.

tion que le pinceau de normales [G] à l'ellipsoïde se transforme ainsi en un pinceau de normales [G_1] à la surface de l'onde ([1]).

» Je me propose de faire connaître une construction *plane* qui donne les éléments du pinceau [G_1], c'est-à-dire les centres de courbure principaux et les plans des sections principales de la surface de l'onde [m_1], connaissant les éléments analogues pour l'ellipsoïde.

» Pour y arriver, transformons [G]. Nous n'avons pour cela qu'à transformer les surfaces élémentaires de ce pinceau qui sont actuellement des éléments de normalies à l'ellipsoïde. Nous obtiendrons ainsi les surfaces élémentaires de [G_1], c'est-à-dire des éléments de normalies à la surface de l'onde.

» Soient c et d les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde. Prenons une normalie à cette surface, celle, par exemple, qui est normale en b au plan (o, G), que nous prenons pour plan de la figure.

» L'élément de cette normalie le long de G est représenté par la droite auxiliaire $c'd'$: ses normales en c et d étant perpendiculaires entre elles, l'angle $d'b'c'$ est droit; la droite bd' fait, avec la perpendiculaire bx à G, un angle xbd' qui est égal à l'angle α que font entre elles les normales, en b et d à la normalie. Cet angle α est alors l'angle compris entre le plan de la figure et le grand axe de l'indicatrice de l'ellipsoïde en m.

» Un autre élément de normalie est représenté par une droite auxiliaire que l'on obtient en menant d'un point de G des droites parallèles à bd' et bc'. De là, on voit facilement que : *les droites auxiliaires de toutes les surfaces élémentaires du pinceau* [G] *passent par un même point.*

» Pour déterminer ce point, nous n'avons qu'à construire deux droites auxiliaires. Supposons que b vienne successivement en c et d. Les droites auxiliaires, correspondantes à chacun de ces points, sont cv, dv, menées parallèlement à bd' et bc'. Ces droites sont perpendiculaires entre elles, et leur point de rencontre v est sur la circonférence C décrite sur cd comme diamètre.

» D'après cela, nous disons : *Le point fixe v, par lequel passent toutes les droites auxiliaires des surfaces élémentaires du pinceau* [G], *est sur la circonférence* C *décrite sur cd comme diamètre. L'angle cdv est égal à l'angle α que le grand axe de l'indicatrice de l'ellipsoïde en m fait avec le plan de la figure.*

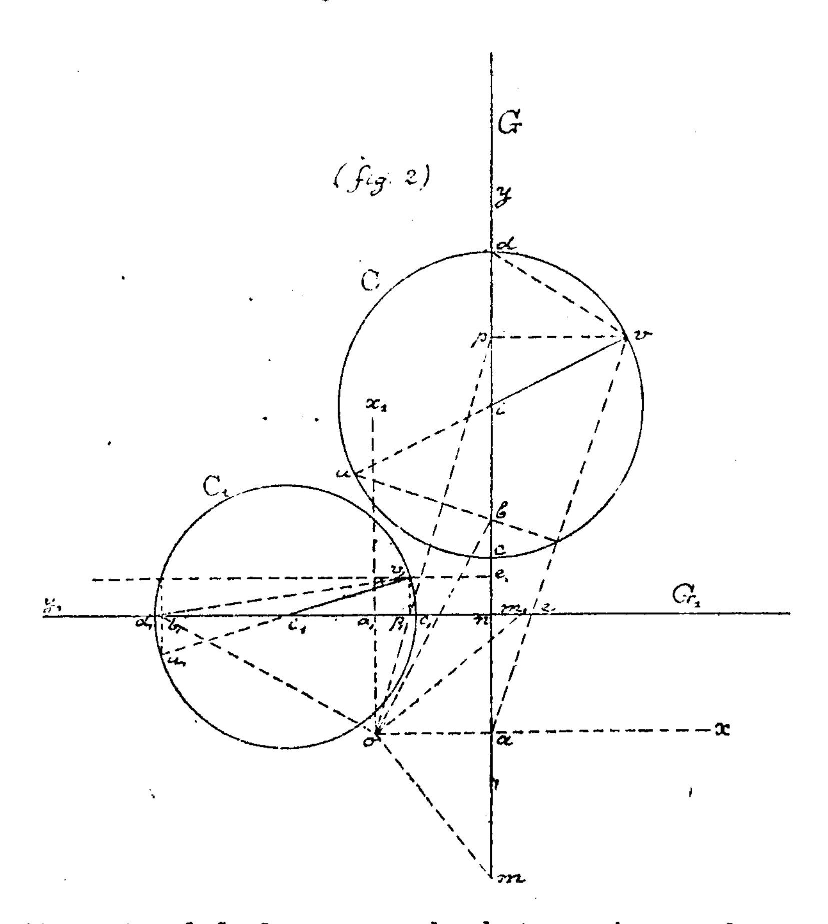
» En employant une propriété démontrée dans mon *Mémoire sur les*

([1]) Je parle de surface de l'onde, mais tout ce qui va suivre est vrai pour une surface apsidale.

pinceaux de droites, on peut ajouter que le pied de la perpendiculaire abaissée de b sur la droite auxiliaire correspondante $c'd'$ est un point de C. Cette perpendiculaire passe alors par le point u diamétralement opposé au point v. Ajoutons alors que : *les perpendiculaires aux droites auxiliaires des surfaces élémentaires du pinceau* [G], *abaissées respectivement des origines de ces droites, passent par un point fixe u, qui est sur* C *diamétralement opposé au point v.*

» En employant ces remarques préliminaires, il est maintenant très-facile d'avoir les éléments du pinceau [G_1]. D'après ce qui précède, nous devons chercher (*fig.* 2) de grandeur et de position le segment $i_1 v_1$ qui est analogue à iv.

» Pour cela, nous n'avons qu'à construire les droites auxiliaires des sur-



faces élémentaires de [G_1], au moyen des droites analogues relatives à [G].

» Prenons comme droite auxiliaire d'une surface élémentaire de [G] la perpendiculaire vp à G. A cette droite correspond, d'après ce que j'ai

démontré dans ma dernière Communication, la perpendiculaire $p_1 v_1$ à G_1. Prenons comme droite auxiliaire la droite va qui passe par le pied a de la perpendiculaire oa à G. A cette droite correspond la droite auxiliaire $e_1 v_1$, parallèle à G_1, et dont la distance à cette droite est égale à ne. On a alors $v_1 p_1 = ne$, et le point v_1 est déterminé [1].

» La surface élémentaire, qui a va pour droite auxiliaire, est normale au plan (o, G) au point b où G est rencontrée par la perpendiculaire abaissée de u sur va. La surface élémentaire correspondante à celle-ci est alors normale au plan (o, G) au point b_1, qui est tel que l'angle bob_1 est droit. Comme la perpendiculaire abaissée de b_1 sur $e_1 v_1$ doit passer par le point u_1, qui sur C_1 est diamétralement opposé à v_1, le centre de cette circonférence est au point i_1, milieu de $p_1 b_1$.

» *Le segment $i_1 v_1$ est alors construit de grandeur et de position, et, en décrivant du point i_1, avec $i_1 v_1$ pour rayon, la circonférence C_1, nous obtenons les centres de courbure principaux c_1, d_1 de la surface de l'onde $[m_1]$. En outre, l'angle $i_1 d_1 v_1$ est égal à l'angle que le grand axe de l'indicatrice en m_1 fait avec le plan de la figure.*

» Déduisons de là les relations qui existent entre les éléments de C et de C_1. Appelons l la distance ia, y et x les coordonnées de v, en prenant pour axes G et la perpendiculaire oax. De même, nous avons l_1 pour la distance $i_1 a_1$ et y_1, x_1 pour les coordonnées de v_1 par rapport aux axes $a_1 y_1$ et $a_1 x_1$. Enfin représentons par k la longueur des segments égaux oa et oa_1.

» Les triangles semblables vpa, ena donnent

$$(1) \qquad x_1 = \frac{kx}{y}.$$

» Les triangles semblables oap, $a_1 p_1 o$ donnent

$$(2) \qquad y_1 = -\frac{k^2}{y}.$$

» On a

$$ac \times ad \quad \text{ou} \quad l^2 - [x^2 + (y - l)^2] = ap \times ab = y \times a_1 b_1,$$

d'où

$$(3) \qquad l - l_1 = \frac{k^2 + x^2 + y^2}{2y}.$$

---

[1] On peut construire le point v_1 au moyen d'autres droites auxiliaires; par exemple, on peut employer la droite nv_1, qui est perpendiculaire à nv.

» Les relations (1), (2), (3) permettent d'obtenir facilement celles qui existent entre les éléments de [G] et de [G_1]. On trouve des relations de mêmes formes en déterminant l, x, y en fonction de l_1, x_1, y_1. On pouvait prévoir ce résultat, puisqu'on peut faire dériver l'ellipsoïde de la surface de l'onde au moyen du même mode de transformation.

» Indépendamment du problème résolu, on doit retenir de cette Communication ce fait remarquable : *Un pinceau de normales est représente de forme et de position par une circonférence de cercle dont le centre est sur le rayon du pinceau et sur laquelle un seul point est marqué.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'emploi des fonctions elliptiques dans la théorie du quadrilatère plan.* Note de M. G. **Darboux.**

« La théorie des systèmes articulés, qui doit son origine à la belle découverte du colonel Peaucellier, et à laquelle les travaux récents des géomètres anglais ont donné une réelle importance, repose tout entière sur la considération de polygones dont les angles changent, mais dont les côtés conservent des dimensions invariables. On a donc été conduit à considérer les figures géométriques sous un point de vue nouveau et à étudier les relations auxquelles peut donner naissance la déformation d'une figure polygonale dont les différents côtés conservent toujours leur grandeur et peuvent être assimilés à des tiges solides articulées les unes aux autres. Je me propose de traiter ici le plus simple des polygones articulés, le quadrilatère, et de mettre en évidence l'utilité de l'emploi des fonctions elliptiques dans la recherche des propriétés géométriques et des relations entre les angles, les côtés et les diagonales du quadrilatère.

» Considérons un quadrilatère (a, b, c, d), c'est-à-dire de côtés a, b, c, d, et appelons ω_1, ω_2, ω_3 les angles que font les côtés a, b, c, supposés parcourus dans un sens déterminé, avec le côté d. On aura les deux équations

$$(1)\qquad \begin{cases} ae^{i\omega_1} + be^{i\omega_2} + ce^{i\omega_3} + d = 0, \\ ae^{-i\omega_1} + be^{-i\omega_2} + ce^{-i\omega_3} + d = 0, \end{cases}$$

qui contiennent la théorie complète du quadrilatère. Or, si l'on pose

$$e^{i\omega_1} = t_1, \quad e^{i\omega_2} = t_2, \quad e^{i\omega_3} = t_3,$$

les formules précédentes deviennent

$$(2)\qquad \begin{cases} at_1 + bt_2 + ct_3 + d = 0, \\ \dfrac{a}{t_1} + \dfrac{b}{t_2} + \dfrac{c}{t_3} + d = 0. \end{cases}$$

» Si nous regardons t_1, t_2, t_3 comme les coordonnées d'un point de l'espace, les équations précédentes représentent une *cubique plane*. On voit donc que la théorie du quadrilatère articulé est ainsi ramenée à celle d'une cubique, représentée par les deux équations précédentes. On pourra donc, en particulier, exprimer les quantités t_i, c'est-à-dire les lignes trigonométriques des angles ω_i, au moyen des fonctions elliptiques $\operatorname{sn}\lambda$, $\operatorname{cn}\lambda$, $\operatorname{dn}\lambda$ d'un certain argument λ. Le présent travail est consacré à la recherche de ces expressions et à l'exposition de quelques conséquences géométriques des formules trouvées. Mais, avant de commencer cette étude, je montrerai comment la considération de la cubique plane ainsi associée au quadrilatère peut conduire à une classification rationnelle des différentes formes qu'il peut présenter.

» Considérons la fonction symétrique

$$P = (a + b - c - d)(a + c - b - d)(a + d - b - c)$$

des quatre côtés du quadrilatère. Tant que cette fonction ne sera pas nulle, la cubique associée au quadrilatère n'aura pas de point double. On aura alors ce que l'on peut appeler le *quadrilatère général* ou *elliptique*, car la théorie dépend alors réellement de fonctions elliptiques dont le module est différent de 1 et de zéro. Il conviendra de partager les quadrilatères généraux en deux classes, correspondant aux deux signes différents de la quantité P. Il est facile de caractériser ces deux classes par différentes propriétés géométriques. Si l'on fixe, par exemple, deux sommets consécutifs A, B d'un quadrilatère articulé ABCD, on obtient un mécanisme qui transforme une rotation de BC autour de B en une rotation de AD autour de A. Si l'on veut que les deux rotations qui se transforment ainsi l'une dans l'autre soient continues toutes les deux, on reconnaîtra aisément que cela ne peut avoir lieu que si la quantité P est négative, AB étant le plus petit côté du quadrilatère.

» Lorsque la quantité P aura *un seul* de ses facteurs nuls, la cubique aura *un seul* point double. On obtiendra alors le quadrilatère le plus général *circonscriptible à un cercle*. On voit qu'on pourrait aussi l'appeler *unicursal*, puisque, la cubique associée ayant un point double, on pourra exprimer les lignes trigonométriques des angles du quadrilatère en fonctions rationnelles d'un seul paramètre.

» Lorsque la quantité P aura *deux* de ses facteurs nuls, la cubique associée aura *deux* points doubles; elle se décomposera en une droite et en une conique. Aux valeurs des quantités t satisfaisant à l'équation de la droite correspondra le mouvement dans lequel le quadrilatère affecte la forme d'un

parallélogramme. Si le point (t_1, t_2, t_3) se déplace au contraire sur la conique, le quadrilatère sera circonscriptible à deux cercles, c'est-à-dire qu'il deviendra, soit un contre-parallélogramme (a, b, a, b), soit un quadrilatère qu'on pourrait appeler *bi-isoscèle* (a, a, b, b). Enfin, quand la quantité P a ses *trois* facteurs nuls, la cubique se décompose en *trois* droites et le quadrilatère devient un *losange*.

» Ces remarques préliminaires étant faites, revenons au quadrilatère général. Un premier moyen d'exprimer les angles du quadrilatère, repose sur l'emploi de l'identité suivante, donnée par Jacobi dans le tome XV du *Journal de Crelle* (p. 200):

$$(3)\left\{\begin{aligned} &\operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(y - z) + \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(z - x) + \operatorname{sn}(\omega - z)\operatorname{sn}(x - y) \\ &\quad + k^2 \operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - z)\operatorname{sn}(y - z)\operatorname{sn}(z - x)\operatorname{sn}(x - y) = 0. \end{aligned}\right.$$

» Dans cette identité, changeons ω en $\omega + iK'$; elle deviendra

$$(4)\quad \frac{\operatorname{sn}(y-z)}{\operatorname{sn}(\omega-x)} + \frac{\operatorname{sn}(z-x)}{\operatorname{sn}(\omega-y)} + \frac{\operatorname{sn}(x-y)}{\operatorname{sn}(\omega-z)} + \frac{\operatorname{sn}(y-z)\operatorname{sn}(z-x)\operatorname{sn}(x-y)}{\operatorname{sn}(\omega-x)\operatorname{sn}(\omega-y)\sin(\omega-z)} = 0.$$

» Comparons les identités précédentes aux formules (2). On voit immédiatement que, si l'on détermine $y - z$, $z - x$, k par les trois équations

$$(5)\quad \frac{\operatorname{sn}(y-z)}{a} = \frac{\operatorname{sn}(z-x)}{b} = \frac{\operatorname{sn}(x-y)}{c} = \frac{k \operatorname{sn}(x-y)\operatorname{sn}(y-z)\operatorname{sn}(z-x)}{d},$$

on pourra poser

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} e^{i\omega_1} &= k \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - z), \\ e^{i\omega_2} &= k \operatorname{sn}(\omega - x)\operatorname{sn}(\omega - z), \\ e^{i\omega_3} &= k \operatorname{sn}(\omega - y)\operatorname{sn}(\omega - x), \end{aligned}\right.$$

et ces formules, contenant l'arbitraire ω, résoudront complétement la question proposée. Je n'entrerai pas dans le détail des calculs, et je me contenterai de remarquer que, pour obtenir des angles ω_i réels, il suffit de prendre pour ω des valeurs complexes dans lesquelles le coefficient de i est $-\frac{K'}{2}$.

» J'ajouterai que le module k est une fonction très-simple de l'expression

$$\frac{P(a+b+c+d)}{abcd},$$

en sorte que tous les quadrilatères pour lesquels l'expression précédente aura la même valeur conduiront à des fonctions elliptiques de même module. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en séries dont les termes sont les fonctions Y_n de Laplace.* Note de M. **A. DE SAINT-GERMAIN.**

« Poisson a essayé, à diverses reprises, de démontrer qu'une fonction bien déterminée de deux variables, $F(\theta, \psi)$, peut toujours être développée en une série dont les termes sont les fonctions Y_n introduites dans l'Analyse par Laplace; cette importante proposition a été établie par Dirichlet, puis par plusieurs géomètres, entre autres par M. Darboux, qui en a donné une démonstration extrêmement simple; mais je ne crois pas qu'on ait remarqué qu'il aurait suffi d'ajouter bien peu de chose aux résultats obtenus par Poisson pour faire une démonstration complète et digne d'intérêt. Si l'on désigne par α une quantité moindre que l'unité et par P_n ce que devient le polynôme X_n quand on y remplace x par

$$p = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\psi - \psi'),$$

on a l'égalité

$$\frac{1-\alpha^2}{(1-2p\alpha+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} = P_0 + 3\alpha P_1 + 5\alpha^2 P_2 + \ldots + (2n+1)\alpha^n P_n + \ldots.$$

Multiplions par $\frac{1}{4\pi}F(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'$, et intégrons :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1-\alpha^2}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{F(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'}{(1-2p\alpha+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} \\ &\quad = \sum\frac{2n+1}{4\pi}\alpha^n\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}P_n F(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi'. \end{aligned}\right.$$

» Tant que $\alpha < 1$, le second membre forme une série convergente, qu'on peut écrire, d'après une des définitions des Y_n, sous la forme

$$(2)\qquad Y_0 + \alpha Y_1 + \alpha^2 Y_2 + \ldots + \alpha^n Y_n + \ldots,$$

et l'égalité (1) est incontestable. Poisson s'est demandé ce qu'elle devient quand on fait tendre indéfiniment α vers l'unité. Il a d'abord prouvé, par une analyse très-ingénieuse, que la limite du premier membre est $F(\theta, \psi)$; la limite du second membre est la série

$$(3)\qquad Y_0 + Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_n + \ldots.$$

Mais, pour que cette série représente $F(\theta, \psi)$, il faut d'abord qu'elle soit convergente et que, de plus, la série (2) varie d'une manière continue quand α tend vers l'unité, et ce sont ces deux propriétés que Poisson n'a pu démontrer. Toutefois il avait prouvé que les termes de la série (3) vont en décroissant indéfiniment quand la fonction $F(\theta, \psi)$ a une valeur unique et déterminée pour chaque direction du rayon vecteur défini par les coordonnées θ et ψ, ce qui revient à dire que cette fonction ne change pas quand on change ψ en $\psi + 2k\pi$ et qu'elle est indépendante de ψ quand $\theta = k\pi$, et c'est le seul cas qui se présente dans les applications à la Mécanique ou à la Physique. Soit donc A la valeur maximum de l'expression

$$\frac{\partial}{\partial\theta'}\left(\sin\theta'\frac{\partial F}{\partial\theta'}\right) + \frac{1}{\sin\theta'}\frac{\partial^2 F}{\partial\psi'^2};$$

$F(\theta', \psi')$ satisfaisant aux conditions énoncées, on a

$$Y_n = \frac{2n+1}{4\pi}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n F_1(\theta', \psi')\sin\theta' d\theta' d\psi' < \frac{(2n+1)A}{4\pi n(n+1)}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n \sin\theta' d\theta' d\psi'.$$

Or cette inégalité ne prouve pas que la série (2) soit fonction continue de α, ni même que la série (3) soit convergente; mais ces deux points seront établis, comme on va le voir, si je montre que l'on a, en valeur absolue,

$$(4) \qquad \int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n \sin\theta' d\theta' d\psi' < \frac{4\pi}{\sqrt{2n+1}}.$$

Cette inégalité sera prouvée si je montre qu'elle est vraie quand on remplace, dans tous les éléments de l'intégrale double, P_n par sa valeur arithmétique; l'intégrale représenterait alors la masse M d'une couche sphérique de rayon égal à l'unité, dont la densité au point (θ', ψ') serait égale à la valeur absolue de P_n. Pour calculer M, je divise la couche en un nombre très-grand μ d'éléments égaux en surface, et je suppose que les densités moyennes de ces éléments soient respectivement $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_\mu$; on a

$$M = \lim \frac{4\pi}{\mu}(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_\mu).$$

» Considérons une seconde couche dont la densité au point (θ', ψ') soit P_n^2; sa masse sera, en vertu d'une formule connue,

$$M' = \int_0^\pi\int_0^{2\pi} P_n^2 \sin\theta' d\theta' d\psi' = \frac{4\pi}{2n+1}.$$

Sur les éléments que nous avons considérés d'abord, la densité moyenne de cette couche serait $\varepsilon_1^2, \varepsilon_2^2, \ldots, \varepsilon_\mu^2$, et l'on aurait

$$M' = \lim \frac{4\pi}{\mu}(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2),$$

d'où

$$\lim \frac{1}{\mu}(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2) = \frac{1}{2n+1}.$$

Mais on a

$$\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_\mu}{\mu} < \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \ldots + \varepsilon_\mu^2}{\mu}},$$

car cela revient, en élevant au carré et multipliant par μ^2, à

$$(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + \ldots + (\varepsilon_{\mu-1} - \varepsilon_\mu)^2 > 0.$$

En supposant que μ devienne infini, on voit que

$$M < \frac{4\pi}{\sqrt{2n+1}},$$

et l'inégalité (4) est démontrée *a fortiori*. On a donc

$$Y_n < \frac{A\sqrt{2n+1}}{n(n+1)} < \frac{A\sqrt{2}}{\sqrt{n^3}}.$$

» Soient $\omega_0, \omega_1, \omega_2, \ldots$ des quantités moindres que l'unité en valeur absolue et indépendantes de α; la série (2) peut s'écrire

$$(5) \qquad A\sqrt{2}\left(\omega_0 + \omega_1\alpha + \omega_2\frac{\alpha^2}{2\sqrt{2}} + \ldots + \omega_n\frac{\alpha^n}{n\sqrt{n}} + \ldots\right).$$

La série à termes positifs

$$1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2\sqrt{2}} + \ldots + \frac{1}{n\sqrt{n}} + \ldots$$

étant convergente, on obtient une nouvelle série convergente en multipliant ses termes par $\omega_0, \omega_1, \ldots$; si l'on multiplie les termes de celle-ci par les puissances successives de α, qui varient d'une manière continue avec α et ne dépassent pas l'unité tant que α ne la dépasse pas, on obtient la série (5), qui est continue et reste convergente pour $\alpha = 1$; alors elle se confond avec la série (3), et les deux membres de l'égalité (1) restent égaux à la limite, ce qui donne la formule de Laplace

$$F(\theta, \psi) = \sum \frac{2n+1}{4\pi}\int_0^\pi \int_0^{2\pi} P_n F(\theta', \psi') \sin\theta' d\theta' d\psi' = \Sigma Y_n. \text{ »}$$

OPTIQUE. — *Sur les lois de la dispersion.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* (12 et 26 mai 1879), j'ai montré comment on peut produire dans le spectre infra-rouge des bandes d'interférence de longueur d'onde connue; la nature de ces bandes, la possibilité de déterminer par des séries de mesures accouplées la position de leur partie centrale à environ 1 minute près, même avec une ouverture de pile de 10 minutes, me permettent d'assurer la valeur de longueur d'onde correspondant à cette partie centrale à environ $\frac{1}{100}$ près. Le procédé même qui fixe cette valeur donne en même temps les indices ordinaire et extraordinaire du quartz qui y correspondent. Enfin, si dans le spectroscope que j'ai décrit on substitue aux prismes de quartz des prismes d'une autre substance, les mêmes bandes, pointées dans le nouveau spectre, donnent les indices de cette substance correspondant à ces mêmes longueurs d'onde, indices déterminés, toujours pour les mêmes raisons, avec quatre chiffres décimaux exacts. Je puis ainsi suivre la loi de dispersion des différents corps jusqu'à une longueur d'onde $2^{\mu},14$ ($D = 0^{\mu},5888$), c'est-à-dire, en rapprochant mes résultats de ceux de la partie lumineuse et ultra-violette, disposer d'un champ d'observation de deux octaves et une quinte, tandis que les spectres lumineux et ultra-violets ne fournissent guère qu'une octave.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats relatifs aux spectres ordinaire et extraordinaire du quartz et à celui d'un flint lourd ordinaire.

Quartz. — La colonne I renferme les longueurs d'onde λ dans l'air, II les indices correspondants observés, III les indices calculés par la série pure de Cauchy,

$$\frac{1}{n^2} = A + \frac{B}{l^2} + \frac{C}{l^4},$$

dans laquelle l désigne la longueur d'onde dans le corps, c'est-à-dire $l = \frac{\lambda}{n}$; les trois constantes ont été calculées avec les indices et les longueurs d'onde de M. Mascart pour les raies C, G, O; la colonne IV donne les différences entre le calcul et l'observation. Je n'écris que les résultats relatifs aux radiations obscures, chacun sachant ce qu'il en est dans les radiations lumineuses, et je me borne partout aux quatre chiffres décimaux sûrs.

Spectre ordinaire.

I.	II.	III.	IV.
0,88 μ	1,5371	1,5378	0,0007
1,08	1,5338	1,5359	0,0021
1,45	1,5289	1,5344	0,0055
1,77	1,5247	1,5337	0,0090
2,14	1,5191	1,5334	0,0143

Spectre extraordinaire.

I.	II.	III.	IV.
0,88 μ	1,5460	1,5467	0,0007
1,08	1,5427	1,5450	0,0023
1,45	1,5377	1,5434	0,0057
1,77	1,5335	1,5427	0,0092
2,14	1,5278	1,5423	0,0145

Flint (indice pour D = 1,61790). — Les colonnes I, II renferment les mêmes éléments que ci-dessus; les indices de la colonne III ont été calculés par la série simplifiée de Cauchy, $n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$, dont j'ai déterminé les trois constantes par la méthode des moindres carrés, au moyen des indices observés des sept raies principales de Fraunhofer; la colonne IV donne encore les différences.

I.	II.	III.	IV.
0,88 μ	1,6040	1,6063	0,0023
1,08	1,5698	1,6028	0,0030
1,45	1,5939	1,5998	0,0059
1,77	1,5894	1,5986	0,0092
2,14	1,5841	1,5978	0,0137

» La démonstration est concluante : *la formule de Cauchy, sous sa forme primitive ou sous la forme simple dérivée, n'est pas l'expression de la loi physique de la dispersion.*

» J'ai essayé alors la formule

$$\frac{1}{n^2} = Kl^2 + A + \frac{B}{l^2} + \frac{C}{l^4}.$$

Le résultat n'a pas été moins net, et il est inutile que je le présente en Tableaux : dans la limite, bien entendu, de mes erreurs, *la concordance est absolue.*

» Voici la valeur des constantes relatives aux trois cas précédents; j'emprunte celles du quartz à M. Ketteler, qui les a calculées d'après les

indices et les longueurs d'onde déterminés par M. Mascart; j'ai calculé celles du flint au moyen des raies B, F, G et $\lambda = 1^{\mu},08$:

Quartz ordinaire.	Quartz extraordinaire.	Flint.
$\log K = \bar{3},6761447$	$\log K = \bar{3},6774149$	$\log K = \bar{3},6258267$
$\log A = \bar{1},6277358$	$\log A = \bar{1},6227630$	$\log A = 1,5928307$
$\log(-B) = \bar{4},9190876$	$\log(-B) = \bar{4},9195954$	$\log(-B) = \bar{3},0995795$
$\log C = \bar{7},0487454$	$\log C = \bar{7},0460964$	$\log(-C) = \bar{5},0417832$

» La formule précédente, qui traduit ainsi la dispersion des corps à absorption régulière et faible dans la longue échelle où j'ai opéré, a été établie théoriquement pour la première fois par M. Briot (¹). Le terme en Kl^2 résulte de la considération des actions exercées par les molécules pondérables sur l'éther en mouvement; les autres termes sont la conséquence des inégalités périodiques du milieu éthéré pénétrant un corps transparent.

» Au point de vue expérimental, la question n'a pu être tranchée par les recherches aussi nombreuses qu'habiles limitées aux spectres lumineux et ultra-violets, où les différences entre les indices observés et calculés par l'une ou l'autre des formules précédentes se réduisent en général à quelques unités du cinquième chiffre décimal. Qu'on me permette à cet égard trois citations caractéristiques.

» M. Van der Willigen, après une foule de vérifications, dit en parlant de la formule $n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$: « ... Chaque théorie qui donnera pour la » relation entre λ et n une formule non susceptible d'être ramenée naturellement à notre forme parabolique pourra, par cela seul, être mise » hardiment de côté (²). »

» M. Ketteler compulse tous les résultats expérimentaux de MM. Van der Willigen, Mascart, etc., et conclut (³) « que la série pure de Cauchy » est insuffisante et doit être complétée par un terme en Kl^2 », conclusion basée sur des différences si peu importantes, qu'elle est contestée même dans son pays (⁴).

(¹) Briot, *Essais sur la théorie mathématique de la lumière* (Paris, 1864), p. 72 et suiv.

(²) *Archives du Musée Teyler*, t. II, fasc. 4, p. 311; 1869.

(³) *Poggendorff's Annalen*, t. CXL, p. 48; 1870.

(⁴) Wullner, *Lehrbuch der experimental Physik*, t. II, p. 139; 1875.

» Enfin M. Mascart, joignant à la série simplifiée de Cauchy,

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

un terme en $H\lambda^2$, et ayant constaté l'accord, ajoute (¹) :

« Toutefois on n'en peut rien conclure, car les trois premiers termes de » cette formule donnent des résultats assez voisins de la vérité pour que » l'addition d'une fonction quelconque de λ rende le désaccord inap- » préciable. »

OPTIQUE. — *Sur la loi de Stokes*. Note de M. S. LAMANSKY, présentée par M. Desains.

« On sait que Stokes, dans ses importantes recherches sur la fluorescence, a posé en principe que la réfrangibilité de la lumière émise par fluorescence est plus faible que celle des rayons excitateurs.

» Dans ces derniers temps, la loi de Stokes a été mise en doute par Lommel, qui, dans plusieurs Mémoires publiés dans les *Annalen der Physik und Chemie*, a cherché à montrer que cette loi n'est pas une loi générale et qu'il y a des cas où la lumière fluorescente a une réfrangibilité plus grande que celle de la lumière incidente qui excite la fluorescence. Les résultats obtenus par Lommel dans ses expériences ont été confirmés par B. Brunner (Prague) et Lubarsch (Berlin), mais Hagenbach, auteur d'études très-exactes sur la fluorescence, n'a pu arriver aux mêmes résultats que Lommel.

» Après avoir refait par moi-même les expériences décrites dans les Mémoires de ces savants, il m'a paru nécessaire, pour décider cette question controversée et donner une preuve expérimentale de la loi de Stokes, de chercher une méthode qui permette de mesurer directement la réfrangibilité de la lumière fluorescente et de la comparer avec celle de la lumière incidente qui excite cette fluorescence. Pour cela, il faut que les rayons excitateurs sur lesquels on opère aient une lumière parfaitement homogène, ce que l'on peut obtenir en se servant de la méthode qui a été pour la première fois employée par Maxwell et Helmholtz, et, après eux, par plusieurs autres physiciens. La méthode dont je me suis servi dans ces recherches est la suivante.

(¹) *Annales de l'École Normale*, 1re série, t. I, p. 267; 1864.

» Les rayons solaires réfléchis par un héliostat étaient concentrés avec une lentille achromatique sur une fente derrière laquelle étaient placés deux prismes de flint et une lentille achromatique; cette dernière était éloignée de la fente d'une distance double de sa distance focale. Cette disposition m'a permis de recevoir un spectre assez pur pour qu'on puisse y voir les principales raies. Ce spectre était développé sur la paroi d'une boîte dans laquelle était disposée une fente mobile que l'on pouvait déplacer dans les différentes parties du spectre et dont on pouvait modifier à volonté la largeur. Par cette fente je laisse pénétrer dans la boîte, qui contient une cuve remplie de fluide fluorescent, certains rayons du spectre, auxquels je fais traverser auparavant un prisme de flint. Après cela je dirige, au moyen d'un prisme à réflexion, ces rayons parfaitement homogènes sur le fluide fluorescent placé dans la cuve. Entre la surface du fluide et la fente de la paroi est placée une lentille achromatique qui donne l'image colorée de la fente sur la surface du fluide. Avec un second prisme à réflexion, je dirige la lumière qui vient du fluide fluorescent sur la fente du collimateur d'un spectromètre de Brunner. Dans le champ de vision de la lunette du spectromètre je reçois deux images colorées : l'une produite par la lumière fluorescente, l'autre par celle qui est réfléchie directement à la surface du fluide. Je mesure ensuite le minimum de déviation de ces deux images.

» Je me permets de communiquer ici les valeurs que j'ai obtenues pour le fluorescéine :

LUMIÈRE INCIDENTE.		LUMIÈRE FLUORESCENTE.	
Largeur du faisceau.	Déviation moyenne.	Largeur du faisceau.	Déviation moyenne.
2°,51′	50°,38′	1°,25′	48°,43′
0,46	49,59	0,25	48,18
0,46	49,60	0,53	48,12
0,48	48,18	1,60	48,60
0,48	47,56	0,20	47,48

» Ces expériences montrent que la lumière fluorescente a une réfrangibilité plus faible que celle de la lumière incidente. J'ai refait les mêmes expériences avec l'éosine, le rouge de napthaline et la chlorophylle, et j'obtiens les mêmes résultats.

» Dans mes recherches, j'ai pris les fluides à différents états de concentration et en couches de différentes épaisseurs; le résultat a toujours été le même. Chaque fluide a dans le spectre des rayons déterminés qui excitent

en lui la plus vive fluorescence; avec d'autres rayons la fluorescence sera plus faible, et elle disparaîtra si l'on opère sur des rayons encore moins réfrangibles. Tous les rayons du spectre qui sont plus réfrangibles que les rayons fluorescents excitent dans ces fluides la fluorescence. C'est sur le rouge de napthaline que j'ai obtenu le plus grand changement de réfrangibilité de la lumière, dans un cas où les rayons incidents, dont l'indice de réfraction pour le flint est 1,63917, étaient changés en rayons qui ont 1,61521 pour l'indice de réfraction.

» Après ces recherches, je crois pouvoir conclure que la loi de changement de réfrangibilité de la lumière est parfaitement juste dans la forme générale sous laquelle Stokes l'a émise. Une partie des expériences qui précèdent a été faite dans le laboratoire de Physique de l'Université de Varsovie; plusieurs ont été exécutées dans celui du Collége de France. Je dois remercier M. Mascart de l'hospitalité qu'il a bien voulu m'accorder. »

OPTIQUE. — *Sur les spectres d'absorption de l'alizarine et de quelques matières colorantes qui en dérivent.* Note de M. A. ROSENSTIEHL, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Ces spectres ont été obtenus avec les dissolutions aqueuses au cinq-millième des sels de sodium de différentes matières colorantes.

» Je me suis écarté de la méthode généralement suivie, en donnant la préférence à une disposition utilisée autrefois par M. Gladstone, et sur laquelle je désire appeler l'attention. Elle offre, en effet, l'avantage de faire voir d'un seul coup d'œil la manière dont varie l'absorption des rayons lumineux, quand l'épaisseur de la couche colorée varie elle-même d'une façon continue. On arrive à ce résultat en substituant à l'auge à faces parallèles généralement employée une auge à section triangulaire. Dans mes expériences, la couche liquide avait une épaisseur maximum de 8 millimètres, qui allait ensuite en diminuant jusqu'à une valeur nulle, grâce à la forme de l'auge, sur une hauteur de 28 millimètres. Je me suis servi, comme éclairage, de la lumière diffuse du jour.

» De tous ces spectres, le plus compliqué est celui de l'alizarine. A la partie supérieure de l'image spectrale (qui est renversée), là où la couche de liquide possède une épaisseur négligeable, on voit le spectre solaire qui s'étale avec tout son éclat de la raie A à la raie H. Plus bas, la couche de

liquide augmentant d'épaisseur, apparaissent trois bandes sombres, qui vont en s'élargissant et finissent par se rejoindre, pour n'en plus former qu'une seule qui s'étend depuis le rouge de la raie C jusqu'au bleu de la raie F. Le rouge et le violet restent très-brillants dans toute la hauteur du spectre.

» Si nous lui comparons ceux de la nitralizarine, de la purpurine et de la pseudopurpurine, il nous est facile de suivre les effets de la substitution des radicaux composés (NO^2), (HO), (CO^2H) à l'hydrogène de l'alizarine. Nous voyons d'abord, d'une manière générale, disparaître l'extrémité violette du spectre ; de plus, l'éclat du violet diminue à mesure que l'épaisseur de la couche colorée augmente. La partie rouge, au contraire, non-seulement garde tout son éclat, mais augmente de largeur. Des trois maxima d'absorption que présente le spectre de l'alizarine dans le voisinage de C, D et E, c'est-à-dire entre le rouge et le vert bleu, celui situé près de C disparaît par l'introduction de (AzO^2) ou de (HO); d'un autre côté, la bande lumineuse située entre D et E, et qui n'existait qu'à l'état rudimentaire pour l'alizarine, s'allonge et s'accentue.

» En passant d'un dérivé monosubstitué à un dérivé bisubstitué de l'alizarine, il se produit un effet encore bien plus marqué. Le spectre de la pseudopurpurine qui renferme le groupe (CO^2H), à la place de H dans la purpurine, en est un exemple. On ne voit plus qu'une large bande sombre, qui s'étend symétriquement de côté et d'autre de la raie E, et qui fait disparaître toute la partie verte. Quoique sa molécule soit la plus compliquée, son spectre est le plus simple, et l'on peut résumer le sens général de toutes ces modifications en disant que les effets de la substitution dans la molécule de l'alizarine sont d'effacer graduellement les détails de son spectre.

» Il me reste à signaler un fait très-général que j'ai passé sous silence en décrivant les spectres des matières colorantes; c'est le suivant: à mesure qu'une dissolution d'une matière colorante est vue sous une épaisseur plus grande, *sa couleur devient plus rouge*. L'examen des spectres nous explique ce phénomène en montrant que le vert et la partie extrême du violet se trouvent absorbés en premier lieu; nous voyons encore le violet s'affaiblir graduellement; finalement, il ne subsiste plus que le rouge.

» J'ai signalé le même fait dans un autre travail, où, à l'aide des disques rotatifs [1], j'ai fait voir qu'une matière colorante prend une couleur d'au-

[1] *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XLVIII, p. 185.

tant plus voisine du rouge, qu'elle est vue sous une couche plus épaisse; que cette matière ait été appliquée sous forme de poudre insoluble sur une surface incolore ou qu'elle ait été mélangée à une matière incolore, qu'elle ait été fixée sur tissu par voie de teinture, le résultat sera le même.

» Je suis heureux de constater que deux méthodes si différentes sont d'accord pour conduire à une conclusion identique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le verglas du 22 janvier.* Note de M. DE TASTES.

« L'hiver de 1878 à 1879, remarquable à tant de titres, a été signalé par un phénomène d'une extrême rareté dans nos contrées : le verglas extraordinaire du 22 au 24 janvier. Tout le monde sait aujourd'hui quels ont été ses effets destructeurs et tous les observateurs qui ont adressé à ce sujet des Notes à l'Académie ont d'une voix unanime assigné à ce curieux météore sa véritable cause. Bien que résidant presque au centre de la région où le phénomène a atteint son maximum d'intensité, je n'aurais que peu de faits à ajouter à ceux dont l'Académie a été informée par des hommes compétents, surtout après l'article si remarqué que M. Jamin a publié dans la *Revue des Deux-Mondes;* mais j'ai cru devoir soumettre au jugement de l'Académie quelques remarques touchant les relations qui lient le phénomène en question à l'état atmosphérique de l'Europe au moment où il s'est manifesté.

De Saussure, dans ses célèbres observations faites au col du Géant, avait constaté que les gouttelettes microscopiques d'eau *liquide* constituant les brouillards pouvaient résister à la congélation dans un air à une température très-inférieure à zéro. Lorsque, par suite des progrès de la condensation, les gouttelettes liquides augmentent de volume, leur contact avec des corpuscules solides en suspension dans l'air suffit pour rompre le charme et détruire cet équilibre moléculaire instable qui constitue l'état de surfusion; elles se solidifient et, suivant les dimensions auxquelles elles sont parvenues au moment de la congélation, elles se transforment en neige, grésil, voir même en grêlons. On prévoit facilement que cet état de surfusion persistera d'autant moins que la température de l'air sera plus basse. Si donc à l'absence ou à la rareté des corpuscules solides en suspension dans l'air on ajoute la condition d'une température qui ne descend pas au-dessous d'environ $-5°$, les gouttes d'eau peuvent atteindre les dimensions d'un grain de mil, ou même d'une lentille, sans se congeler. Pour que dans leur

chute elles puissent parvenir jusqu'au sol des basses plaines à l'état de surfusion, il faut qu'elles traversent, ainsi que l'a fait observer M. Jamin, des couches d'air purgées de poussière par d'abondantes et récentes chutes de neige. Mais deux autres conditions sont nécessaires : il faut que dans leur trajet vers le sol elles ne rencontrent pas de couches d'air à une température trop basse, ni à une température trop supérieure à zéro. Dans le premier cas elles arriveraient à terre déjà solidifiées; dans le second, elles auraient le temps, pendant leur chute, de remonter au-dessus du point ordinaire de congélation. Dans le premier cas, elles tomberaient sous forme de neige ou de grésil, dans le second sous forme de pluie. Concevons que des gouttes d'eau surfondue à -4° traversent des couches d'air entre -3° et $+3^\circ$ et dépouillées de poussière; au contact du sol, le choc seul suffit pour détruire cet équilibre instable de la surfusion, et une couche continue de glace recouvre tous les corps exposés à cette pluie exceptionnelle, encore bien que leur température soit supérieure à zéro. Naturellement, plus la pluie persiste dans ces conditions, plus l'épaisseur de la glace augmente; d'un autre côté, l'état de surfusion exige pour se maintenir un certain calme dans l'atmosphère, et le choc violent des gouttes surfondues les unes contre les autres dans un air agité en détermine la brusque solidification. Enfin, l'épaisseur de la couche de glace augmentant en raison directe de la durée de la pluie surfondue, il faut, pour que cette couche atteigne l'épaisseur extraordinaire constatée du 22 au 24 janvier, que les circonstances atmosphériques qui favorisent la formation de ce verglas se maintiennent assez longtemps, ce qui conduit à admettre un déplacement très-lent de la dépression au sein de laquelle cette pluie a pris naissance. Il est à peine nécessaire de faire observer que la réalisation simultanée de toutes ces conditions doit être fort rare, si rare que, de mémoire d'homme, on n'avait assisté dans nos contrées à un tel spectacle. Voyons donc comment l'état atmosphérique de l'Europe du 22 au 24 janvier a pu amener ce concours si rare des conditions que nous venons d'énumérer.

» L'hiver de 1879 a fréquemment réalisé une situation atmosphérique que j'ai décrite dans diverses publications, et récemment encore dans le Mémoire lu le 23 août dernier au Congrès météorologique de Paris.

» Une zone de pressions élevées s'étend sur le nord-est de l'Europe, et les isobares affectent la forme de courbes concentriques autour d'un maximum de pression situé dans le nord de l'Oural, s'échelonnant par degrés décroissants vers l'Europe centrale. L'isobare de 760 millimètres dessine le contour de cette zone, où règnent en général des temps calmes et de basses

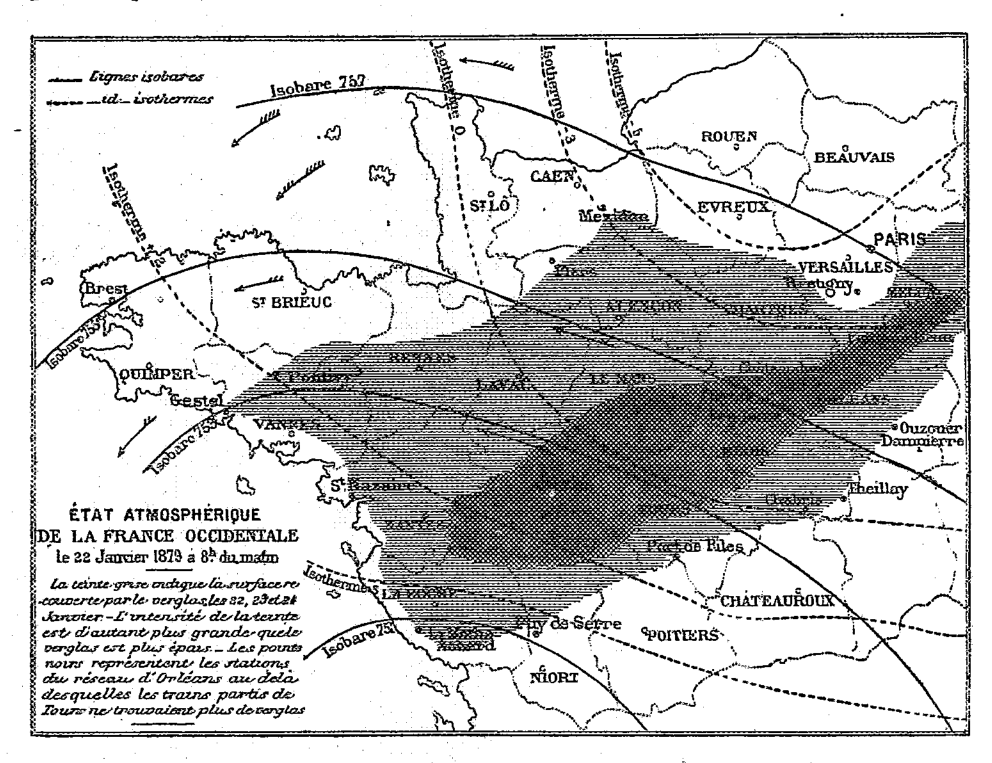
températures, et forme la rive gauche d'un grand courant aérien traversant l'Europe centrale et occidentale dans la direction du nord-ouest au sud-est. Ce courant, que j'ai désigné depuis longtemps sous le nom de *gulf-stream* atmosphérique, est parsemé de mouvements tournants qu'on a d'abord appelés *bourrasques,* et qu'on nomme aujourd'hui des *dépressions.* Ces météores se suivent à des intervalles plus ou moins rapprochés, animés d'un double mouvement, celui de translation dans la direction même du courant qui les entraîne, et celui de rotation spiraloïde de l'air autour du centre de la dépression, dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre. Ce dernier mouvement a pour cause le frottement de l'air du courant sur la rive gauche formée par la zone relativement calme qu'il côtoie. C'est le même phénomène, aux dimensions près, que celui qui produit les tourbillons des cours d'eau, et pour l'explication duquel on n'a pas songé à faire intervenir la différence de latitude des bords nord et sud, comme on le fait encore pour rendre compte du mouvement gyratoire de sens invariable observé dans les cyclones atmosphériques. Si la trajectoire des centres de dépression, par suite de la situation de l'isobare de 760 millimètres le 22 janvier, à 8 heures du matin, passe par Biarritz et traverse l'Espagne en se dirigeant vers l'Algérie, si, à cette même heure, le centre d'une dépression se trouve à Biarritz, où le baromètre descend à 748 degrés, la moitié orientale de cette dépression sera sur le continent européen, sur la Méditerranée et le nord de l'Afrique, et son pourtour sera formé par une ligne passant par Alger, Marseille, Berne, Bruxelles, Londres et Brest. A Alger le vent sera ouest, il sera sud à Marseille, sud-est à Bruxelles, est à Londres, nord-est à Brest. Or, comme à l'est de la dépression l'air humide du courant général est en contact avec l'air beaucoup plus froid de la zone des hautes pressions et qu'il y a mélange et diffusion inévitables entre ces deux masses d'air, il va en résulter une abondante condensation de vapeurs à l'état de neige ou de grésil. Le maximum de vitesse de rotation a lieu sur le bord de la dépression dessinée par l'isobare de 758 millimètres; cette vitesse diminuera à mesure qu'on s'approche du centre : elle est déjà faible de l'est à Tours, nulle à Biarritz. D'un autre côté, le centre de la dépression se déplaçant avec une extrême lenteur vers le sud-est, ainsi que le montrent les cartes météorologiques du 22, du 23 et du 24, la situation atmosphérique peut donc être considérée comme à peu près constante pendant ces trois jours.

» Considérons maintenant la distribution des températures : l'isotherme de zéro le 22 à 8 heures du matin passe par Cherbourg, Tours, Dijon, Lau-

sanne et Grenoble. L'isotherme de — 5, par le Havre, Paris, Charleville et Berne; les isothermes de — 10, — 15, — 20, très-rapprochés les uns des autres, s'échelonnent par degrés décroissants vers l'est jusqu'à un minimum exceptionnel de — 25, observé de Cracovie à Debreczin, tandis que l'isotherme de + 5 traverse la France de l'île d'Aix à Lyon et se dirige de là sur Marseille. Sur l'isotherme de — 5, la température est trop basse pour que la surfusion se maintienne : c'est de la neige que nous trouvons; sur l'isotherme de + 5, la température est trop élevée, pas de surfusion : c'est la pluie ordinaire qui se montre. Nous ne pouvons rencontrer les conditions nécessaires à la formation du verglas par surfusion que dans la bande de terrain située de chaque côté de l'isotherme de zéro et comprise à peu près entre l'isotherme de — 3 et + 3. D'un autre côté, le calme, ou du moins le peu d'agitation de l'atmosphère, étant une des conditions nécessaires au maintien de la surfusion, nous ne pouvons rencontrer ce calme sur l'isobare de 758 millimètres, qui forme le bord de la dépression; mais nous le trouverons sur les isobares de 756, 754, 752 millimètres, etc., concentriques à la première. Traçons sur la carte l'isobare de 756 millimètres sur laquelle règnent des vents modérés, et considérons la surface de la France, comprise au sud-ouest de cette ligne; traçons, d'autre part, les isothermes de — 3 et de + 3, et considérons la bande de terrain qu'elles limitent : la portion commune à ces deux surfaces sera à peu près la seule où le verglas aura pu être observé et devra contenir les localités où le phénomène a atteint son maximum d'intensité.

» Pour justifier ces conclusions, il fallait chercher à déterminer le contour de la région atteinte par le verglas, et j'ai essayé de le tracer sur la Carte ci-jointe, grâce aux renseignements qui m'ont été fournis par mes collègues des Commissions départementales de la région de l'Ouest océanien, au premier rang desquels je dois placer ceux que m'a procurés M. Cheux, d'Angers, président de la Commission de Maine-et-Loire; mais ce sont surtout les données fournies par M. Ratil, ingénieur de la Compagnie d'Orléans, qui m'ont permis de marquer sur les nombreuses lignes ferrées divergeant de Tours dans toutes les directions les points que le verglas n'a pas dépassés. Ces points, reliés entre eux par un trait continu, dessinent un polygone irrégulier, circonscrivant assez exactement la région où le phénomène s'est manifesté, et qui est teintée en rose sur la Carte que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Le verglas a débuté en Champagne sur une bande étroite de terrain partant de l'est d'Épernay et s'étendant vers le sud-ouest en s'élargissant et atteignant son maximum

de largeur sur le méridien de Tours, de Mézidon (Calvados), jusqu'à Port-de-Piles (Indre-et-Loire). De là, le verglas s'étend jusqu'à quelques kilomètres du littoral océanien, depuis la Mothe-Achard (Vendée) jusqu'à Gestel, entre Lorient et Quimperlé. Le maximum d'épaisseur du verglas, et par suite les dégâts les plus importants qu'il a produits, a eu lieu d'Épernay à Fontainebleau, d'abord sur une largeur qui comprend la forêt de Fontesson, puis il s'étend sans aucune solution de continuité sur la région qui comprend la forêt d'Orléans, celle de Marchenoir et les villes d'Or-



léans, Blois, Tours, Saumur, Angers, Le Mans, Vendôme et Châteaudun. Autour de cette région centrale le phénomène s'étend avec une intensité décroissante jusqu'à la limite jalonnée par les villes suivantes : Gestel, Pontivy, Loudéac, Flers, Falaise, Mézidon, Dreux et Bretigny. La limite contourne Paris par le sud sans l'atteindre; elle se dirige vers la Champagne par Coulommiers et Château Thierry, tourne autour d'Épernay, revient vers l'ouest par Sens et Montargis, coupe le chemin de fer qui va d'Orléans à Gien à la station d'Ouzouer-Dampierre, passe par Theillay, sur la ligne Orléans-Vierzon, par Chabris sur la ligne Tours-Vierzon, atteint l'Indre-et-Loire entre Chambourg et Loches, pénètre dans

le département de la Vienne un peu au sud de Port-de-Piles, passe un peu au nord de Lencloître, coupe la ligne d'Angers-Niort à la station de Puy-de-Terres, à quelques kilomètres avant Niort, revient vers le nord par la Mothe-Achard (Vendée), d'où elle revient à son point de départ, Gestel, en côtoyant l'Océan à quelques kilomètres du rivage. On voit ainsi, par l'examen de la Carte, que les limites du verglas coïncident assez exactement avec celles que des considérations théoriques permettaient de lui assigner. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation du sulfure ammonique.* Note de MM. **R. Engel** et **Moitessier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans plusieurs circonstances, M. H. Sainte-Claire Deville a proposé aux partisans de la théorie atomique de résoudre le problème suivant :

« L'acide sulfhydrique forme avec l'ammoniaque deux composés cristallisés et volatils dont les formules sont :

Sulfure d'ammonium..................	AzH^4S
Sulfhydrate de sulfure d'ammonium......	AzH^4S, HS

» Le sulfure d'ammonium représente 4 volumes de vapeur; sa condensation est égale à $\frac{1}{3}$: l'acide sulfhydrique et l'ammoniaque se combinent donc et restent combinés à la température (par exemple 100 degrés) à laquelle on détermine sa densité de vapeur.

» Le sulfhydrate de sulfure d'ammonium représente 8 volumes de vapeur; sa condensation est nulle. Si l'on suppose que ses éléments se soient séparés à la température où l'on prend la densité de vapeur (par exemple 100 degrés), on est obligé de supposer qu'il s'est partagé en ammoniaque et acide sulfhydrique AzH^3 et $2HS$, donnant chacun 4 volumes et ayant pour somme 8 volumes. Or, à cette température, les éléments ne pourraient réellement se séparer qu'en sulfure d'ammonium AzH^4S et en acide sulfhydrique HS, représentant l'un 4 volumes, l'autre 2 volumes, dont la somme est 6 volumes.

» Si le sulfhydrate de sulfure d'ammonium était décomposé dans sa propre vapeur, il devrait donc fournir 6 volumes. Or, l'expérience nous apprend qu'il en fournit 8; donc il n'est pas décomposé, donc sa vapeur n'a rien d'anomal. »

» Les expériences que nous avons entreprises depuis quelque temps déjà

sur les lois de la dissociation nous ont amenés à chercher la solution du problème posé par M. Deville.

» Nous ne connaissons que trois travaux sur le sulfure ammonique. Bineau ([1]), le premier, a obtenu le sulfure ammonique, et voici ce qu'il en dit : « Son existence n'est permanente que par un froid intense; aussitôt » qu'on le sort du mélange réfrigérant au milieu duquel il s'est formé » (glace et sel), il abandonne la moitié de son ammoniaque et devient sulfhydrate ordinaire. »

» Plus tard, MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost ([2]) ont donné la densité de vapeur du sulfure ammonique et l'ont trouvée égale à 1,26 (calculée 1,18 pour $AzH^4S = 4$ vol.). Dans ce travail, les savants chimistes que nous citons ne donnent aucun détail sur leur manière d'opérer, et nous n'avons trouvé ce détail dans aucune autre publication des auteurs. Il eût été pourtant intéressant de les connaître, le sulfure ammonique se décomposant, d'après Bineau, déjà à — 18°.

Enfin, M. Horstmann ([3]) a déterminé, par le procédé de Bunsen, les densités de mélanges d'hydrogène sulfuré et de gaz ammoniac en proportions diverses, et a été amené à conclure que l'hydrogène sulfuré et le gaz ammoniac ne se combinent pas aux températures (comprises entre 56°,4 et 85°,9) de ses expériences. M. Horstmann a d'ailleurs opéré dans des conditions telles, que, si la combinaison avait eu lieu, il aurait dû trouver dans ses analyses 100 pour 100 d'ammoniaque, le volume d'hydrogène sulfuré disparaissant dans la contraction et n'étant connu que par différence. Depuis le travail de M. Horstmann, M. H. Sainte-Claire Deville a repris son objection.

» Pour résoudre la question, nous avons employé un procédé très-simple, qui permettra à tout le monde de répéter notre expérience. Après nous être assurés que l'action du mercure sur l'hydrogène sulfuré était à peu près nulle dans les conditions où nous opérions, nous avons mis en présence dans une éprouvette graduée 1 volume d'hydrogène sulfuré et un peu plus de 2 volumes de gaz ammoniac à la température ordinaire (17°). Une condensation des $\frac{2}{3}$ eut lieu. Il s'était donc formé du sulfhydrate d'ammonium, et 1 volume de gaz ammoniac est resté libre. Ce premier résultat montre qu'il ne se forme pas de sulfure ammonique

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 1839, t. LXX, p. 26.

([2]) *Annalen der Chemie*, 1868, Sup., Band VI.

([3]) *Comptes rendus*, 1863, t. LVI, p. 891.

et confirme les données de Bineau, qui signale la formation de sulfhydrate d'ammonium à la température ordinaire, quels que soient les rapports d'hydrogène sulfuré et de gaz ammoniac mis en présence.

» L'éprouvette a ensuite été transportée dans une autre plus large et remplie de mercure. Celui-ci fut enlevé de manière qu'il n'en restât plus qu'un peu au fond de l'éprouvette extérieure, dans laquelle on remplaça le mercure par de l'eau dont la température fut élevée lentement par un courant de vapeur d'eau bouillante. Déjà à 45 degrés la dissociation fut complète. Les données de l'expérience sont les suivantes :

Volumes, mesurés à 17 degrés et à $0^m,760$, de l'hydrogène sulfuré....	22^{cc}
» » du gaz ammoniac........	46^{cc}

» A la fin de l'expérience, nous avions :

Température..	58°
Hauteur de la colonne d'eau dans l'éprouvette extérieure......	$0^m,32$
Hauteur du mercure dans l'éprouvette intérieure.............	$0^m,04$
Baromètre..	$0^m,760$
Volume lu des gaz..................................	79^{cc}
Volume calculé pour la somme des volumes de l'hydrogène sulfuré et du gaz ammoniac non combinés......	79^{cc}

» L'expérience achevée, l'éprouvette graduée fut ramenée à la température de 17 degrés. La condensation eut lieu de nouveau et fut la même qu'au début. On fit passer un peu d'eau. Le gaz restant fut absorbé, sauf une bulle insignifiante, et l'on put constater ainsi qu'il n'y avait ni air ni hydrogène dans l'appareil. Ainsi donc : 1° 2 volumes de gaz ammoniac et 1 volume d'hydrogène sulfuré se combinent à la température ordinaire en donnant naissance à du sulfhydrate d'ammonium, 1 volume d'ammoniaque restant libre; 2° le produit se dissocie très-rapidement lorsqu'on élève la température, et déjà à 45 degrés le mélange des gaz occupe 3 volumes, et non 2, comme l'indiquent MM. Deville et Troost.

» Dans une prochaine Note, nous publierons les tensions de dissociation du sulfhydrate d'ammonium et les résultats de l'influence qu'exerce sur le sulfhydrate d'ammonium le gaz ammoniac à une tension supérieure à la tension de dissociation du sulfhydrate. »

CHIMIE. — *Action de la vapeur d'eau sur l'oxyde de carbone, en présence du fil de platine porté au rouge.* Note de M. J. COQUILLION, présentée par M. Friedel.

« Les gazogènes des fours Siemens de la Compagnie parisienne du gaz, à Vaugirard, sont alimentés par du coke et ne fournissent généralement pas d'hydrogène carboné. Quand on soumet les gaz à l'analyse par les absorbants, il faut être certain que le chlorure de cuivre dont on fait usage s'est emparé des dernières traces du gaz oxyde de carbone, sans quoi l'on retrouve ce gaz par combustion et l'on est tenté de l'attribuer aux carbures d'hydrogène, ce qui fait qu'un grand nombre d'analyses peuvent être entachées d'erreur.

» La composition de ces gaz, que j'ai analysés avec M. Lenoir, ingénieur de la Compagnie, a donné les nombres suivants :

C^2O^4	5,00
C^2O^2	29,75
H^2	7,66
Az	57,59
	100,00

» Nous avons pris 100 volumes de ce gaz, nous l'avons débarrassé de son acide carbonique : il restait 95 volumes, que nous avons fait passer à diverses reprises sur la spirale de platine, portée au rouge vif, d'un appareil *carburomètre.* Nous opérions sous l'eau; les gaz étaient donc saturés de vapeur aqueuse. Après trois ou quatre passages successifs, nous avons obtenu une augmentation de 4 volumes; en faisant passer les gaz dans la potasse, nous avons retrouvé le volume primitif 95. Nous avons continué, et, à chaque fois, il y avait une augmentation, qui n'était pas constante, mais qui dépendait de la durée de l'incandescence, du nombre des passages, de leur rapidité; ce qui était constant, c'était le volume de 95, obtenu après le passage dans la potasse. Le résidu gazeux, soumis à l'analyse, ne contenait plus qu'une petite portion d'oxyde de carbone, et le volume disparu était remplacé par un égal volume d'hydrogène.

» La réaction qui se produit s'explique très-bien par la formule simple

$$C^2O^2 + 2HO = C^2O^4 + H^2,$$

car l'azote et l'hydrogène, en présence de la vapeur d'eau et du fil de pla-

tine au rouge, n'ont aucune action et ne changent pas de volume. On ne peut transformer en une fois l'oxyde de carbone en hydrogène, car il s'établit entre les différents gaz un état d'équilibre qui est limité par la formation simultanée de l'acide carbonique et de l'hydrogène.

» Avec les gaz des fours de l'usine de Vaugirard, débarrassés de C^2O^4, et dont la composition en centièmes était

C^2O^2	31,50
H^2	8,08
Az	60,42
	100,00

je n'ai pu obtenir, par des passages lents et répétés sur la spirale de platine, qu'une augmentation de 10 volumes, correspondant à

C^2O^2	21,30
C^2O^4	10,00
H^2	18,08
Az	60,62
	110,00

» Avec 100 volumes de C^2O^2 débarrassé de tout autre gaz et préparé par l'acide oxalique, j'ai obtenu une augmentation de 30 volumes, et, par suite, dans les conditions où j'opérais, l'équilibre de décomposition a été atteint avec les gaz suivants :

C^2O^4	30
H^2	30
C^2O^2	70
	130

» J'ai vérifié en même temps, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, que les carbures étaient les premiers décomposés en donnant une augmentation de volume qui persistait après avoir fait passer les gaz dans la potasse ; la décomposition de C^2O^2 ne vient qu'ensuite et ne donne pas lieu à une augmentation de volume après la potasse : c'est là ce qui distingue la première décomposition de la seconde.

» Pour être complétement fixé sur ces limites, il importe d'étudier chaque gaz combustible en présence des gaz azote, hydrogène, acide carbonique, et de tenir compte en même temps de l'intensité de la pile que l'on emploie. Avant d'aborder cette question dans sa généralité, nous pouvons toutefois, par ces réactions, mieux nous rendre compte de certains faits qui jusqu'ici n'ont pas reçu d'explication suffisante.

» Dans les gazogènes Siemens, quelle que soit la hauteur de la colonne incandescente, on ne peut transformer tout l'acide carbonique en oxyde de carbone, comme la théorie l'indique; la présence de la vapeur d'eau dans le coke intervient, et c'est elle qui agit pour brûler l'oxyde de carbone: plus elle est considérable, plus on voit augmenter la proportion d'hydrogène et d'acide carbonique, et diminuer en même temps celle de l'oxyde de carbone. Ces réactions interviennent également dans les hauts fourneaux; Ebelmen avait pensé que la vapeur d'eau agit directement sur le carbone pour le transformer en acide carbonique, tandis qu'on voit, par les expériences précédentes, qu'elle agit sur l'oxyde de carbone pour le brûler et qu'une quantité correspondante d'hydrogène est mise en liberté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du méthyleugénol.* Note de M. M. WASSERMANN, présentée par M. Wurtz.

« Les rapports de constitution qui existent entre le méthyleugénol et l'acide opianique m'ont engagé à entreprendre des expériences pour transformer le premier de ces corps en acide opianique. Le résultat de ces expériences n'a pas répondu à mon attente, mais j'ai observé certains faits qui me paraissent dignes d'intérêt, par la raison qu'ils viennent confirmer la constitution que j'avais donnée pour l'eugénol.

» *Dibromure de méthyleugénol monobromé* $C^6H^2Br(OCH^3)^2, C^3H^5Br^2$. — Ce composé se forme lorsqu'on ajoute peu à peu 4 atomes de brome à une solution d'une molécule de méthyleugénol dans l'éther, en ayant soin de refroidir fortement. Lorsque tout le brome est ajouté, la solution laisse déposer des cristaux et finit par se prendre en masse. On décolore la masse au moyen de l'acide sulfureux, on lave à l'eau et l'on fait cristalliser dans l'alcool chaud.

» Le dibromure de méthyleugénol monobromé cristallise en longues aiguilles soyeuses, réunies en faisceaux, fusibles à 77-78 degrés, solubles dans l'alcool et dans l'éther.

» L'analyse établit pour ce composé la formule $C^{11}H^{13}Br^3O^2$:

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100. I.	II.
C	31,653	1,63	31,51
H	3,11	3,30	3,20
Br	57,55	57,12	57,09

» *Méthyleugénol monobromé* $C^6H^2Br(OCH^3)^2, C^3H^5$. — Pour préparer ce composé, on fait bouillir au bain-marie une solution alcoolique de dibromure de méthyleugénol monobromé, avec deux fois son poids de grenaille de zinc. Le zinc enlève les 2 atomes de brome fixés par addition sur le méthyleugénol, tandis que le brome benzique reste. Après quatre ou cinq jours la réaction est terminée; on sépare le liquide du zinc non attaqué, on chasse l'alcool à la distillation, et on lave la matière huileuse avec de l'eau pour enlever le bromure de zinc. Pour s'assurer que tout le dibromure est transformé, il faut soumettre la matière huileuse à cette même opération, pour voir s'il ne se forme plus de bromure de zinc; puis on sèche l'huile sur le chlorure de calcium, et on la distille dans le vide.

» Le méthyleugénol monobromé est un liquide incolore, bouillant à 190 degrés à $0^m,020$ de pression, d'une densité de 1,3959 à zéro. Il est soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. L'analyse lui assigne la formule $C^{11}H^{13}BrO^2$:

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100. I.	Trouvé pour 100. II.
C	51,36	51,28	51,32
H	5,06	5,15	5,33
Br	31,12	31,48	30,54

» *Acide méthyleugétinique* $C^6H^2(OCH^3)^2C^3H^5$, COOH. — J'ai préparé ce composé en traitant le méthyleugénol monobromé par l'éther chloroxycarbonique et l'amalgame de sodium à 3 pour 100, d'après la méthode de M. Wurtz. On fait chauffer au bain-marie 10 parties de méthyleugénol monobromé, 5 parties d'éther chloroxycarbonique et 2 parties d'amalgame de sodium à 3 pour 100 au réfrigérant à reflux. La réaction est terminée lorsque le mélange s'est pris en masse, et l'odeur du chloroxycarbonate a disparu. Alors on épuise le contenu du ballon par l'éther, on filtre et l'on distille l'éther. Le résidu renferme du méthyleugénol non altéré, de l'éther méthyleugétinique et du mercure-diméthyleugénol. Pour séparer ces trois substances, on fait bouillir le liquide avec de la potasse aqueuse, et l'on sépare l'huile par filtration à travers un filtre humide. La solution aqueuse, acidulée avec de l'acide chlorhydrique, laisse déposer l'acide méthyleugétinique comme précipité floconneux, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool chaud.

» L'acide méthyleugétinique cristallise en aiguilles aplaties, jaunâtres,

fusibles à 180 degrés, solubles dans l'alcool et l'éther, peu solubles dans l'eau. L'analyse de cet acide fournit les résultats suivants :

	Trouvé pour 100. I.	II.	$C^{12}H^{14}O^4$ demande pour 100 :
C	64,85	64,64	64,86
H	6,40	6,40	6,30

» *Mercure-diméthyleugénol* $(C^{11}H^{13}O^2)^2Hg$. — On extrait cè corps du méthyleugénol monobromé, non transformé en acide, en le refroidissant fortement. Au bout de quelque temps, il se dépose en cristaux, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool; il cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 140 degrés, solubles dans l'alcool et l'éther. La formule

$$(C^{11}H^{13}O^2)^2Hg$$

demande 36,10 pour 100 Hg; trouvé : 36,04 pour 100 Hg. Il se forme seulement lorsqu'on emploie un excès d'amalgame de sodium.

» *Produit d'oxydation de l'acide méthyleugétinique.* — D'après les recherches de MM. Graebe et Borgmann, le méthyleugénol oxydé en solution acétique par le dichromate de potassium donne l'acide diméthylprotocatéchique, et, ainsi que je l'ai démontré, l'éthyleugénol fournit dans les mêmes conditions l'acide éthylméthylprotocatéchique.

» J'espérais que l'acide méthyleugétinique oxydé en solution alcaline (j'emploie la solution alcaline, parce que l'acide est peu soluble) par le permanganate de potassium donnerait l'acide opianique ou un de ses isomères. La réaction devait se passer de telle manière que la chaîne

$$C^3H^5 = CH = CH - CH^3$$

se scinde en CHO et $CH^3 - CHO$, comme dans l'oxydation d'acétyleugénol en vanilline; ainsi :

$$\underbrace{\begin{matrix} COOH \\ | \\ C^6H^2\begin{matrix}/OCH^3 \\ \backslash OCH^3\end{matrix} \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^3 \end{matrix}}_{\text{Acide méthyleugétinique.}} + O^2 = \underbrace{\begin{matrix} COOH \\ | \\ C^6H^2\begin{matrix}/OCH^3 \\ \backslash OCH^3\end{matrix} \\ | \\ CHO \end{matrix}}_{\text{Acide opianique.}} + \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CHO. \end{matrix}$$

» A cet effet, j'ai additionné une solution de $7^{gr},5$ d'acide méthyleugétinique dans un peu de potasse étendue d'une solution de $7^{gr},1$ de permanganate de potassium dans 210 grammes d'eau, et j'ai chauffé au bain-marie quand tout le permanganate était ajouté. Ayant séparé du peroxyde de manganèse formé, j'ai concentré la liqueur et je l'ai acidulée, pour l'épuiser ensuite par l'éther. L'éther laisse, après évaporation, un résidu qui, cristallisé dans l'alcool, se présente sous forme d'aiguilles incolores, solubles dans l'eau, fusibles à 162-163 degrés. L'analyse établit pour cette substance la formule $C^{12}H^{12}O^5$. Calculé $C = 61,01$ pour 100, $H = 5,09$ pour 100; trouvé $C = 60,51$ pour 100, $H = 6,12$. Le rendement est très-faible; en tout cas, il n'y a pas d'acide opianique formé, et les dérivés de l'eugénol paraissent s'oxyder différemment en solution alcaline qu'en solution acide.

» Au corps $C^{12}H^{12}O^5$ il faut donner la constitution

$$C^6H^2(OCH^3)^2(CH=CH-CHO)COOH.$$

Cette formule n'est pas rigoureusement établie; mais elle me semble assez plausible, et je ne crois pas que l'on puisse formuler une autre constitution pour un corps de la composition $C^{12}H^{12}O^5$, si l'on admet la constitution que j'ai donnée pour l'eugénol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'acide angélique, l'acide diméthylacrylique.* Note de M. E. Duvillier, présentée par M. Wurtz.

« Je m'empresse de reconnaître la justesse de la réclamation faite par M. Miller (¹) au sujet de la synthèse d'un isomère de l'acide angélique, auquel il a donné le nom d'*acide diméthylacrylique*. Toutefois, je ferai remarquer que je suis arrivé à la synthèse du même acide par un moyen tout différent de celui qu'emploie M. Miller.

» En effet, ce savant obtient l'acide diméthylacrylique en oxydant l'acide valérianique ordinaire ou l'acide isobutylformique par le permanganate de potasse, tandis que j'obtiens le même acide en traitant le bromo-isovalérate d'éthyle par l'éthylate de sodium. Il reste donc acquis que M. Miller a fait le premier la synthèse de l'acide diméthylacrylique, mais que j'ai fait connaître un nouveau mode de formation de cet acide. »

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1096; 1879.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action du phénate de soude chez les grenouilles atteintes d'affection bactériémique.* Note de M. **Bacchi**, présentée par M. Vulpian.

« L'année dernière, d'après les conseils de M. Vulpian, j'ai entrepris des recherches ayant pour but d'examiner s'il serait possible d'enrayer la marche de la maladie chez des grenouilles affectées de bactériémie.

» Le phénate de soude a donné des résultats très-nets, que je crois devoir communiquer à l'Académie.

» Voici comment les expériences ont été faites. On a toujours pris deux grenouilles du même poids, très-vivaces; sous la peau d'une patte de chacune d'elles on a introduit une goutte de sang prise dans le cœur d'une autre grenouille morte de bactériémie. Un ou deux jours après, ces deux grenouilles étaient très-affaiblies; elles présentaient de l'hyperesthésie réflexe; leur sang contenait une grande quantité de bactéries bien remuantes; la forme des globules rouges commençait à s'altérer. C'est alors qu'on a injecté sous la peau d'une patte d'une des deux grenouilles une certaine quantité de phénate de soude en rapport avec le poids de l'animal, et l'on n'a fait sur l'autre aucun essai de traitement. On a toujours constaté que la première revenait à l'état normal; les bactéries mouvantes devenaient immobiles, puis disparaissaient; les globules reprenaient leur forme primitive, ou du moins on ne retrouvait plus aucun globule déformé, et, au bout de cinq à six jours, l'animal avait repris complétement toute sa vivacité. L'autre grenouille, au contraire, mourait invariablement tantôt un ou deux jours après le jour de l'injection faite sur la première, tantôt même auparavant, et elle mourait avec tous les symptômes de la bactériémie.

» Ces expériences ont été répétées bon nombre de fois, toujours avec les mêmes résultats. La dose de phénate de soude injectée sous la peau d'une grenouille du poids moyen de 30 grammes était de 125 millièmes de milligramme. Il est à peine besoin de dire qu'on prenait toutes les précautions pour ne pas être induit en erreur; on avait soin surtout de nettoyer les lamelles de verre et les couvre-objets au moyen d'alcool et d'éther sulfurique, de telle sorte que l'on était certain que les bactéries dont on constatait la présence dans le sang des grenouilles existaient bien dans le sang de l'animal. Du reste, pour s'assurer de cet état de choses, on avait un

autre signe qui n'a jamais fait défaut : nous voulons parler de l'altération des globules sanguins. Cette altération, qui était en rapport avec la gravité de l'affection, se montrait plus prononcée lorsque les bactéries étaient en grand nombre dans le sang de la grenouille; elle était à peine visible sur quelques globules tout à fait au début de l'évolution de la maladie, quand les bactéries étaient en petite quantité.

» De ces expériences nous tirons donc les conclusions suivantes : 1° la bactériémie, chez la grenouille, s'accompagne toujours d'une altération dans les globules sanguins; 2° cette altération est en rapport avec la gravité de l'affection et peut varier entre un simple plissement d'une des extrémités du globule et la complète déformation de ces éléments anatomiques; 3° la bactériémie, au moins chez les grenouilles, peut être combattue avec succès par une injection sous-cutanée d'une très-petite dose de phénate de soude; 4° la dose de phénate de soude nécessaire pour obtenir la guérison de l'affection chez les grenouilles peut être évaluée à environ 4 millièmes de milligramme par gramme du corps de l'animal.

» Nous nous réservons de présenter plus tard à l'Académie des Sciences le résultat de nos recherches relatives à l'action d'autres substances antiseptiques sur la marche de la bactériémie. »

PATHOLOGIE. — *Les lésions hématiques dans la chlorose, l'anémie grave dite progressive et l'anémie des néphrites.* Note de M. QUINQUAUD. (Extrait).

« La *chlorose* simple, non compliquée, est une maladie destructive de l'hémoglobine, qui descend à 54 et à 48 grammes pour 1000 de sang. Le pouvoir oxydant est de 85 ou de 80 centimètres cubes d'oxygène. Avec une altération aussi accentuée du cruor, il est remarquable de voir le sérum du sang rester normal.

» Dans l'*anémie grave*, dite progressive, les altérations du sérum existent; dans cette affection, qui assez souvent est d'origine puerpérale, l'hémoglobine descend assez rapidement dès le début à $78^{gr},12$ lorsqu'il n'existe pas de pertes sanguines; dans le cas où ces dernières se produisent, la matière active des globules descend à $46^{gr},87$, parfois $41^{gr},66$ et 35 grammes. A la période d'état, l'hémoglobine est détruite sans hémorrhagie, à tel point qu'on la trouve à $62^{gr},50$ à $57^{gr},29$, et même, si l'anémie doit être mortelle, à $26^{gr},3$: toutes les malades qui ont présenté ce chiffre ont succombé.

» Dans le cours de cette anémie, il n'est pas rare de voir l'hémoglobine

augmenter, puis diminuer. Généralement, ces variations dans le dosage sont en accord parfait avec l'examen des malades, qui nous montrent dans ces mêmes moments des améliorations et des aggravations. En outre, les pesées permettent de suivre avec une méthode rigoureuse les progrès de la maladie en bien ou en mal.

» Le *pouvoir* oxydant du sang oscille entre 110 et 120 centimètres cubes; lorsque la maladie doit être fatale, il descend à 50 et même à 40 centimètres cubes.

» Le *sérum* est profondément lésé, ce qui établit une différence entre cette forme d'anémie et la *chlorose*. En effet, dans l'anémie grave, on a, pour 1000 grammes de sérum, 63gr, 80 de matières solides; parfois le chiffre arrive à 55 grammes dans la période d'état. Au début, le poids descend à 80 grammes et arrive vite à 70 grammes.

» Dans la *néphrite parenchymateuse*, l'hémoglobine descend à 68 et 65 grammes, le pouvoir oxydant reste à 105 centimètres cubes d'oxygène; les matières solides du sérum restent au-dessous de 63 grammes. Dans la *néphrite interstitielle*, l'hémoglobine n'arrive guère au-dessous de 78 grammes; le pouvoir oxydant est de 120 à 130 centimètres cubes; les matières solides du sérum sont à 75 grammes au minimum.

» Il résulte du parallèle des lésions hématiques de ces quatre affections que chaque maladie (car j'aurais pu citer la plupart des affections du cadre nosologique) possède une lésion spéciale du liquide sanguin. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la localisation de l'arsenic dans le cerveau*. Note de MM. **O. Caillol de Poncy** et **Ch. Livon** (1), présentée par M. Berthelot.

« Les recherches de MM. A. Gautier et Scolosuboff (*Ann. d'Hygiène publique et de Médecine légale*, 2e série, p. 136; 1876) sur la localisation de l'arsenic dans l'organisme ont permis de conclure que ce corps va se condenser tout d'abord dans la matière cérébrale. Ce fait prouvé, il était important de déterminer la portion du cerveau dans laquelle venait se concentrer ce corps. On pouvait supposer ou une simple concentration ou une localisation dans un principe. Dans ce dernier cas, une substitution pouvait s'opérer avec un principe analogue, tel que la lécithine, aux

(1) Travail des laboratoires de Chimie et de Physiologie de l'École de Médecine et de Pharmacie de Marseille.

dépens soit de son composant azoté (névrine), soit de son composant phosphoré (acide phosphoglycérique).

» Dans le second cas, l'arsenic prendra la place du phosphore, qui sera éliminé à l'état de composé oxygéné ou de composé organique. Cette élimination d'un produit de désassimilation ne peut que se concentrer dans l'urine, et c'est là que nous sommes allés chercher le phosphore.

» Nous avons dosé pendant un certain nombre de jours l'acide phosphorique des urines d'animaux (cobayes) soumis à un régime identique et toujours le même; puis nous leur avons administré avec les aliments des doses très-minimes d'acide arsénieux, en continuant nos dosages jusqu'au jour de la mort de chacun d'eux.

» Les urines étaient recueillies à heure fixe, mesurées, la densité déterminée. Après filtration elles étaient évaporées en totalité à 100 degrés; on les calcinait à une température capable de brûler le carbone, en tâchant de ne pas fondre le résidu. Les cendres traitées par l'acide nitrique étendu et bouillant, le liquide résultant de la filtration, porté à 100 centimètres cubes, était titré au moyen d'une liqueur d'acétate d'urane. L'arsenic a été dosé dans le cerveau et le foie par la méthode de M. A. Gautier; seulement, au lieu de peser les anneaux, à cause de la faible dose administrée, nous avons décomposé l'hydrogène arsénié par l'acide nitrique fumant, évaporé l'acide au bain-marie, puis repris par l'eau et dosé l'acide arsénique par l'acétate d'urane. Une cause d'erreur pouvait s'introduire dans notre dosage au moment où nous administrions l'acide arsénieux. Ce corps, en partie seulement absorbé et en partie éliminé, se trouve forcément dans les urines. On pouvait craindre de doser cet arsenic comme phosphore et donner une fausse interprétation à nos résultats. Nous nous sommes assurés directement que la calcination avec les matériaux de l'urine décomposait complétement l'acide arsénique.

» Voici nos dosages :

Urine humaine.

	Par jour.
Acide phosphorique, avant calcination	1,02
» après calcination	1,05
10 centimètres cubes urine + 5 centimètres cubes acide arsénique.	
Acide phosphorique après calcination	1,04

» Ces nombres montrent que tout l'arsenic a été chassé par la calcination et que le phosphore est seul dosé par la liqueur d'urane.

» Les résultats que nous présentons sont des moyennes de sept jours et se rapportent à un seul animal :

		Série A. PO^5	Série B. PO^5
Janvier	10-21	0,0639	0,0795
	22-30	0,0526	0,0605
Février	1- 7	0,0570	0,0580
	8-15	0,0615	0,0621
	16-21	0,0541	0,0473
	22-28	0,0641	0,0590
Mars	1- 7	0,0732	0,0654
	8-14	0,0735	0,0731
	15-21	0,1108	0,1174
	21-27	0,0860	0,0945
Avril	27- 2	0,1110	0,1696
	3- 7	0,1764	

Arsenic administré à l'état d'acide arsénieux dans une période de trente-huit jours, pour la série A 0gr,0915

Série B, période de trente-trois jours 0gr,0685

» L'administration de l'acide arsénieux a été commencée le 1er mars et n'a été arrêtée que par la mort de l'animal.

» Nos expériences nous permettent de conclure que, sous l'influence d'un traitement arsénical, l'acide phosphorique augmente considérablement dans les urines. Ce phosphore, dans les conditions où nous nous sommes placés, ne peut provenir que d'une élimination par substitution, et non d'un état pathologique de l'animal, car dans les affections cérébrales on a constaté plutôt une diminution de l'acide phosphorique dans les urines qu'une augmentation.

» L'arsenic semble donc remplacer le phosphore de l'acide phosphoglycérique en produisant un acide arsénioglycérique. La lécithine contiendrait ainsi de l'arsenic à la place de phosphore. Ce résultat ne saurait être certain que lorsque nous aurons isolé cette nouvelle base, comme nous allons essayer de faire; mais jusqu'alors nous avons, pour confirmer notre hypothèse, la présence plus considérable de l'arsenic dans le cerveau que dans le foie, les os, ce que nous avons constaté par des dosages directs. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Rectification à une Communication du 17 mars dernier.* Note de M. **Feltz**, présentée par M. Pasteur.

« Dans ma Communication à l'Académie des Sciences du 17 mars 1879,

j'ai succinctement établi les caractères d'un leptothrix que j'avais trouvé, le 2 avril 1878, dans le sang d'une femme atteinte depuis dix-huit jours de fièvre puerpérale grave. Cette malade mourait deux jours après ce premier examen du sang. A l'autopsie, je pus constater les lésions suivantes : péritonite suppurée; infarctus blancs de la rate tuméfiée, muqueuse utérine ramollie, pultacée, sanieuse; indurations lardacées sur les deux côtés du vagin; épanchements de sérosité sanguinolente dans les cavités séreuses; le sang renfermait encore les mêmes filaments.

» Comme je n'avais jamais rencontré ce cryptogame, je me proposai de l'étudier, et j'ai formulé les résultats de mes expériences en huit conclusions, sans me préoccuper autrement de l'origine de ce microbe, convaincu que je ne pouvais pas avec un seul fait établir l'existence d'un parasite propre à la fièvre puerpérale; mes études antérieures sur la matière publiées depuis près de dix ans m'imposaient davantage encore cette réserve.

» M. Pasteur, engagé dans des études sur la fièvre puerpérale, me fit l'honneur de me demander, le 23 mars, un échantillon de mon sang infectieux. Je m'empressai de le lui envoyer. L'illustre savant m'écrivit quelques jours après « *que mon leptothrix était la bactéridie charbonneuse* ». N'ayant jamais vu de charbon, pensant d'un autre côté que la malade n'avait eu qu'une fièvre puerpérale ordinaire, et sachant que les bactéridies infectieuses ne se distinguent pas morphologiquement de celles qui ne le sont pas, la réponse de M. Pasteur me rendit très-perplexe; je lui répondis que je ne discuterais pas son affirmation, mais que je proclamerais moi-même mon erreur si, répétant mes expériences de cette année avec du sang charbonneux que j'irais recueillir moi-même partout où il se produirait, j'arrivais à des conclusions identiques à celles que j'avais données dans ma Note du 17 mars.

» M. Pasteur, voyant mon désir de comparer mes résultats à ceux du charbon proprement dit, voulut bien m'offrir de m'envoyer des cobayes charbonneux; je m'empressai d'accepter : c'est ainsi que, le matin du 13 mai dernier, j'eus le plaisir de recevoir à la gare de Nancy trois cobayes parfaitement vivants, inoculés par M. Pasteur la veille à 3 heures, *le premier avec mon sang infectieux, le second avec la bactéridie d'un sang charbonneux de Chartres, le troisième avec du sang charbonneux d'une vache du Jura.* Ces trois cobayes succombèrent dans mon laboratoire dans la journée du 14 mai; j'eus donc tout le loisir de les suivre jusqu'à la mort. Je dois dire que les symptômes que j'observai furent les mêmes que ceux que j'ai décrits dans ma Note du 17 mars à l'Académie. A l'autopsie, j'exa-

minai avec soin le sang des trois animaux : il m'a été impossible de constater la moindre différence; non-seulement les sangs, mais les organes internes, et principalement la rate, se trouvaient modifiés de la même manière.

» J'écrivis donc à M. Pasteur : « Il est certain pour moi que l'agent contaminant a été le même pour les trois cobayes, c'est-à-dire la bactéridie » que vous appelez *charbonneuse.* » Depuis, j'ai fait différents autres essais comparatifs, et jusqu'à présent je n'ai pu saisir de différence chez les cobayes, soit pendant la vie, soit après la mort.

» Il est doublement regrettable que je n'aie pas connu le charbon dès l'année dernière, car j'aurais pu, d'une part diagnostiquer la complication redoutable que présentait la femme morte le 4 avril 1878, et d'autre part rechercher le mode de contamination, qui m'échappe presque complétement aujourd'hui. J'ai cependant pu apprendre les détails suivants sur cette malheureuse; je les donne sans commentaires : Cette femme était débarrasseuse (femme de peine); elle est entrée à l'hôpital, pour ses secondes couches, dans un état maladif très-sérieux, avec des hémorrhagies tenant à une insertion vicieuse du placenta; l'accouchement a eu lieu à la fin du huitième mois; venue d'Alsace il y a trois ans, elle demeurait à Nancy depuis cette époque dans une petite chambre, tout contre une écurie appartenant à un maquignon, dans laquelle passent beaucoup de bêtes. Personne cependant n'a été malade dans cette maison, aujourd'hui en partie démolie et reconstruite. Je n'ai pu apprendre s'il y a eu dans cette écurie des bêtes malades.

» Je termine en remerciant M. Pasteur de la grande bienveillance qu'il m'a témoignée au cours de mes rapports avec lui. Grâce à lui, j'ai pu me convaincre de l'identité qui existe entre la bactéridie du charbon et ce bâtonnet trouvé dans le sang d'une femme qui a présenté tous les symptômes de la fièvre puerpérale grave. »

M. **Pasteur**, à propos de la Communication de M. Feltz, ajoute les remarques suivantes :

« Il n'existe donc pas de *Leptothrix puerperalis*. Je dirai plus tard qu'il n'y a pas lieu davantage d'admettre un *Bacillus puerperalis,* comme l'a proposé le D[r] Engel à la suite d'une observation du D[r] Spillmann, faite également à Nancy au mois de juin 1876.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que, dans mes Communications con-

cernant les organismes microscopiques, je me suis abstenu généralement de donner des noms spécifiques à ceux de ces organismes que je pouvais croire nouveaux. Si cela était nécessaire, je ferais observer que les faits relatés par le Dr Feltz justifient cette réserve et montrent qu'il est toujours préférable de caractériser ces petits êtres par une ou plusieurs de leurs fonctions. Autant les dénominations spéciales sont utiles et commodes quand on les applique à des êtres bien connus, autant elles peuvent créer d'embarras et de confusion lorsqu'il s'agit d'organismes très-voisins par leurs formes et qui peuvent être très-dissemblables par leurs propriétés physiologiques. »

GÉOLOGIE. — *Blocs erratiques de la vallée du Lys (Haute-Garonne).* Note de M. **Gourdon**, présentée par M. Daubrée.

« Un Catalogue des blocs de cette vallée est joint à une Carte sur laquelle ont été marqués les blocs principaux. Cette Carte comprend la région inférieure de la vallée et remonte jusqu'à moitié de la hauteur des crêtes qui l'entourent. Les montagnes qui circonscrivent la vallée ont en général des pentes rapides; aussi les blocs ont glissé dans les parties basses : seul le plateau de l'Esponne, entre les ruisseaux d'Escaran et de Soucous, en a conservé une certaine quantité. Tous sont granitiques.

» Les dépôts de la vallée du Lys ont cela de particulier qu'ils ont été formés dans un cirque complet et que les blocs ne sont point répartis d'après des lignes transversales, comme dans la vallée voisine de l'Arboust. Ici pas de traces de barrages morainiques; il faut descendre dans la vallée de la Pique pour retrouver cette forme de dépôts.

» Le plus gros bloc, trouvé un peu au-dessous de la cascade Richard, mesure 175 mètres cubes; les bûcherons ont construit une cabane contre une de ses parois. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Salénidées du terrain jurassique de la France.* Note de M. **Cotteau**, présentée par M. Hébert.

« La famille des *Salénidées* constitue un petit groupe d'Échinides parfaitement caractérisé par la présence, au milieu de l'appareil apical, d'une ou plusieurs plaques suranales qui rejettent le périprocte, soit directement en arrière, soit à droite. Elle se compose de six genres : *Acrosalenia* Agassiz,

Pseudosalenia Cotteau, *Heterosalenia* Cotteau, *Peltastes* Agassiz, *Goniophorus* Agassiz et *Salenia* Gray.

» Le genre *Acrosalenia*, le plus nombreux en espèces et le plus ancien, parcourt presque toute la série des étages jurassiques; il commence à se montrer dans l'étage bajocien, atteint son maximum de développement à l'époque bathonienne, devient plus rare dans les étages supérieurs, et disparaît après avoir laissé une dernière espèce dans les couches inférieures du terrain crétacé.

» Le genre *Pseudosalenia* appartient exclusivement au terrain jurassique supérieur et ne renferme qu'un très-petit nombre d'espèces.

» Le genre *Heterosalenia* est crétacé et n'est connu que par une seule espèce fort rare.

» Le genre *Peltastes* fait son apparition à la fin de la période jurassique; il atteint son maximum dans les étages inférieurs et moyens du terrain crétacé, et disparaît avec les étages supérieurs.

» Le genre *Goniophorus*, dont on ne connaît qu'une seule espèce, caractérise le terrain crétacé moyen (étage cénomanien).

» Le genre *Salenia*, inconnu à l'époque jurassique, se montre pour la première fois au commencement du terrain crétacé et abonde surtout dans les couches supérieures (étage sénonien); il est représenté par une espèce dans le terrain tertiaire et une espèce à l'époque actuelle, *Salenia varispina* A. Agassiz, découverte il y a quelques années par M. Pourtalès dans les mers de la Floride.

» Le terrain jurassique de la France nous a offert dix-neuf espèces de *Salénidées*, dont nous donnons la description et les figures dans la *Paléontologie française* :

» Deux espèces proviennent de l'étage bajocien *A. spinosa* Ag. et *A. Gauthieri* Cott. La première se retrouve dans les étages bathonien et callovien; la seconde est propre à l'étage.

» L'étage bathonien renferme dix espèces : *A. spinosa* Ag., *Lycetti* Wright, *Loweana* Wright, *pentagona* Cott., *hemicidaroides* Wright, *Berthelini* Cott., *Lamarcki* Wright, *Lapparenti* Cott., *Pseudodecorata* Cott. et *Marioni* Cott. La première, *A. spinosa*, a déjà été signalée dans l'étage bajocien, et on la retrouve encore dans l'étage callovien. La dernière, *A. Marioni*, appartient à la fois à l'étage bathonien et à l'étage oxfordien inférieur. Restent huit espèces exclusivement propres à l'étage.

» Trois espèces ont été recueillies dans l'étage callovien : *A. spinosa* Ag., qui existait déjà aux deux époques précédentes, *A. radians* Ag.,

spéciale à l'étage, et *A. angularis* Ag., qui se montre pour la première fois, et qu'on voit reparaître plus haut dans les étages corallien et kimméridgien.

» Deux espèces font partie de l'étage oxfordien, l'*A. Marioni* Cott., indiquée dans l'étage bathonien, et l'*A. Girouxi* Etallon, spéciale à l'étage.

» L'étage corallien renferme trois espèces : *A. Marcoui* Cott., qui lui est propre, *A. angularis* Ag., déjà signalée dans l'étage callovien, et *Pseudosalenia aspera* Etall., qui remonte dans l'étage kimméridgien.

» Trois espèces également ont été rencontrées dans l'étage kimméridgien : *A. angularis* Ag., et *Pseudosal. aspera* Etall., qui existaient déjà aux époques précédentes, et *Peltastes Valleti* de Loriol, spéciale à l'étage.

» Deux espèces, *A. Lamberti* Cott. et *A. Boloniensis* Cott., appartiennent à l'étage portlandien et n'en franchissent pas les limites.

» En résumé, sur les dix-neuf espèces de *Salénidées* que nous a fournies le terrain jurassique de la France, quinze sont propres aux différents étages dans lesquels on les rencontre et peuvent être considérées comme essentiellement caractéristiques. Quatre espèces seulement, *A. spinosa* Ag., *A. Marioni* Cott., *A. angularis* Ag. et *Pseudosal. aspera* Etall., passent d'un terrain dans un autre, et encore ces passages ont-ils lieu presque toujours entre des étages immédiatement en contact, par exemple entre les étages bajocien et bathonien pour l'*A. spinosa*, entre les étages corallien et kimméridgien pour l'*A. angularis* et le *Pseudosal. aspera*. Nous ne connaissons jusqu'ici aucune espèce de *Salénidées* qui soit commune au terrain jurassique inférieur et au terrain jurassique supérieur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Chute de météorites qui a eu lieu le* 10 *mai* 1879 *dans le comté d'Emmet* (*État d'Iowa*). (Extrait d'une Lettre de M. G. **Hinrichs** à M. Daubrée.)

« Le grand météore détonant du 10 mai 1879 nous a donné deux grandes météorites *syssidères*, avec beaucoup d'augite ayant des surfaces de clivage très-larges et avec olivine transparente. L'orbite du météore était S.S.O.-E.N.E; les détonations étaient très-violentes. Jusqu'à présent, on a trouvé deux météorites dans le comté d'Emmet (État d'Iowa), la plus grande du poids de 210 kilogrammes, la plus petite du poids de 70 kilogrammes; la plus grosse est plus avancée vers l'aval que la plus petite. »

M. **Daubrée**, à la suite de la Communication précédente, ajoute que cette nouvelle chute appartient à la région des États-Unis, que M. Lawrence Smith a récemment signalée comme ayant été, pendant les dernières années, tout à fait privilégiée par le nombre des chutes de météorites, ainsi que par le poids des masses recueillies.

M. **Chasles** présente à l'Académie les livraisons de janvier, février et mars 1879 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* de M. le prince Boncompagni. Ces trois livraisons sont consacrées à un Mémoire de M. Antonio Favaro, professeur de l'Université de Padoue, *Sur la vie et les Ouvrages de Prosdocimo de Beldomandi, mathématicien de Padoue au* xve *siècle*.

La livraison de février renferme aussi une Table fort étendue (p. 75-114) des publications scientifiques récentes, en toutes langues.

M. **Hébert**, en offrant à l'Académie, de la part de M. *Capellini*, professeur de Géologie à l'Université de Bologne, un Mémoire « Sur les couches à congéries, etc., des environs d'Ancône », rappelle que l'on doit déjà au même observateur la découverte des mêmes couches en Toscane et aux environs de Bologne.

» M. Capellini a pu se rendre compte des rapports de cet horizon géologique soit avec la série miocène, soit avec le terrain pliocène, et il n'hésite pas à le considérer comme miocène. Il arrive, en outre, à cette conclusion que le terrain miocène peut être nettement séparé du pliocène, et qu'il n'y a pas lieu d'admettre un groupe intermédiaire, le groupe *miopliocène*. Il y a longtemps que dans mon enseignement j'exprime les mêmes opinions. La grande différence que présentent dans leurs circonscriptions les dernières mers miocènes, qui se sont étendues sur une grande partie de l'Europe orientale, et la mer pliocène, qui n'a dépassé que de bien peu les limites des mers actuelles, le changement considérable qui se produit alors dans la faune, l'extinction du *Dinotherium*, de l'*Hipporion*, etc., et beaucoup d'autres faits dans le détail desquels il serait trop long d'entrer en ce moment, toutes ces considérations démontrent que l'opinion à laquelle M. Capellini est arrivé par ses études sur l'Italie centrale est parfaitement fondée. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1879.

(suite.)

Acoustique et optique des salles de réunion; par M. Th. Lachèze. Paris, chez l'auteur, n° 113, rue Lafayette, 1879; in-8°. (Présenté par M. Janssen).

Het Bataviaasch genootschap van Kunsten en Wetenschappen gedurende de eerste eeuw van zijn bestaan 1778-1888, *Gedenkboek ;* Deel I. Batavia, Ernst et C°, sans date ; in-4°.

On some points in the theory of the infinite and of infinitesimals ; by Robert Moon. London, Taylor and Francis, 1879 ; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

The quarterly Journal of the geological Society ; vol. XXXV, Part II, n° 138. London, Longmans and C°, 1879; in-8°.

Reports on the dredging operations of the U.-S. Coast Survey Str. « *Blake* » *Report on hydroida*; *by* S.-F. Clarke. Cambridge, 1879; br. in-8°.

Organon of Science. Three books in one volume; by J. Harrisson Stinson. Eureka (California), Ayres, Book and Job, printers, 1879; in-12. (Six exemplaires.)

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im jahre 1878. *Auf offentliche Koste,* herausgegeben von C. Hornstein. Prag, 1879 ; in-4°.

Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn ; XV Band, I, II, XVI Band. Brünn, 1878 ; 3 vol in-8°.

Atlas graphique et statistique du commerce de la France avec les pays étrangers pour les principales marchandises pendant les années 1859 à 1875, *publié par ordre de* M. Teisserenc de Bort, *Sénateur, Ministre de l'Agriculture et du Commerce, par* M. F. Bonnange. Paris, J. Baudry, 1878 ; in-folio. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Les Écoles de Toul depuis 1790 ; *par* M. Husson. Toul, impr. Lemaire, 1877 ; br. in-8°.

Toul au point de vue municipal pendant la période 1790-1815 ; *par* M. N. Husson. Toul, impr. Lemaire, 1879 ; br. in-8°.

Statistique médicale et Hygiène. Éléments de la population dans la ville de Toul; par M. HUSSON. Toul, impr. Lemaire, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours de Statistique.)

Recherches anatomiques et mathématiques sur les lois des variations du volume du cerveau, etc.; par M. le Dr G. LE BON. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*) (Renvoi au Concours de Statistique.)

Transmission des forces extérieures au travers des corps solides; par M. A. LÉGER. Paris, Capiomont et Renault, 1879; br. in-8°.

Constitution moléculaire des corps trempés; par M. A. LÉGER, Lyon, impr. Storck, 1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Mécanique.)

Résistance des matériaux. Résistance des voûtes et arcs métalliques employés dans la construction des ponts; par M. GROS DE PERRODIL. 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Dalmont.)

De l'anémie des mineurs, dite d'Anzin; par M. le Dr A. MANOUVRIEZ. Valenciennes, G. Giard, 1878; in-8°.

Maladies et hygiène des ouvriers travaillant à la fabrication des agglomérés de houille et de brai; par M. le Dr A. MANOUVRIEZ. Paris, J.-B. Baillière, 1876-1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Barbier.)

Étude médico-légale sur les testaments contestés pour cause de folie; par M. le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, V. A. Delahaye, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Chaussier.)

Les vagues et le roulis. Les qualités nautiques des navires; par M. L.-E. BERTIN. Paris, Berger-Levrault, 1877; in-8°.

Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur les qualités nautiques; par M. L.-E. BERTIN. Paris, Impr. nationale; in-4°. (Extrait du t. XXII des *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.*)

Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double à bord de divers bâtiments; par M. L.-E. BERTIN. Paris, Impr. nationale, 1879; in-4°. (Extrait du t. XXVI des *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.*) (Renvoi au Concours du prix extraordinaire de 6000 francs.)

Étude sur les alcalins. De leur action physiologique, etc.; par le Dr L. SOULIGOUX. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité élémentaire d'ophthalmologie; par le Dr A. Sichel fils; t. I : *Maladies du globe oculaire.* Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur l'intoxication purulente; par le Dr J. Guérin. Paris, G. Masson, 1879; in-8°.

Pansement des plaies par l'occlusion pneumatique; par le Dr J. Guerin. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches cliniques sur la diphthérie et de son traitement en particulier; par F. Bouffé. Paris, Berthier, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De quelques phénomènes consécutifs aux contusions des troncs nerveux et à des lésions diverses des branches nerveuses digitales; par le Dr J. Ch. Avezou. Paris, aux Bureaux du *Progrès médical* et chez A. Delahaye, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1879.

Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation; par M. Pasteur. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par M. A. Grandidier. Vol. XII : *Histoire naturelle des Oiseaux, par* MM. Alph.-Milne Edwards et Alf. Grandidier; t. I, texte, Ire Partie, 6e fascicule; t. II, Atlas I, IIe Partie, 5e fascicule; t. III, Atlas II, Ire Partie, 5e fascicule, IIe Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1878-1879; 3 vol. in-4°.

Sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg; 1686, 1739 à 1743, 1758. Notes et Plans publiés par M. A. de Caligny et M. L.-E. Bertin. Paris, Dunod et Dumoulin, 1879; in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Ch. Rouget. Paris, G. Masson, 1879; in-4°.

Sur le planimètre polaire de M. Amsler; par M. C.-A. LAISANT. Bruxelles, F. Hayez, 1879. (Deux exemplaires.)

Sur la cinématique du plan; par M. A. LAISANT. Paris, impr. Chaix, 1878; br. in-8°.

Un petit paradoxe; par M. J. PLATEAU. Bruxelles, impr. Hayez; opuscule in-8°.

Nouvelles applications de l'énergie potentielle des surfaces liquides; par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, F. Hayez, 1879; opuscule in-8°.

Les eaux minérales d'Auvergne; par M. le Dr BOUCOMONT. Paris, A. Delahaye, 1879; in-18.

Annuaire des courants de marée de la Manche pour l'an 1879; *par* M. GAUSSIN. Paris, Impr. nationale, 1879; in-18. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. T. XII, gennaio, febbraio, marzo 1879. Roma, 1879; 3 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulle oscillazioni, equilibrio dinamico e prove delle travi metalliche, con un appendice sulla chiodatura de'pezzi per collegamento; per l'Ing. A. BAJO. Napoli, A. Trani, 1878; in-8°.

Balenottera fossile delle Colombaie presso Volterra. Nota del Prof. G. CAPELLINI. Roma, Salviucci, 1879; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Breccia ossifera della caverna di Santa Teresa nel lato orientale del golfo di Spezia. Memoria del Prof. G. CAPELLINI. Bologna, tip. Parmeggiani, 1879; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXV. 1877-78. Serie terza: *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. II, disp. prima-seconda. Roma, Salviucci, 1878; 2 vol. in-4°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, t. XXX. Torino, Stamp. reale, 1878; in-4°.

Trusses and arches analyzed and discussed by graphical methods; by CH. E. GREENE. Part II: *Bridge-Trusses.* New-York, John Wiley and sons, 1879; in-8° relié.

On the bodily tides of viscous and semi-elastic spheroids, and on the ocean tides upon a yielding nucleus; by G.-H. DARWIN. London, Harrison and sons, 1878; in-4°. (Deux exemplaires.)

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; Dreiundzwanzigster Band vom Jahre 1878. Göttingen, 1878; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Envoi de l'heure de l'Observatoire de Paris aux ports de commerce pour le réglage des chronomètres.* Note de M. MOUCHEZ.

« Pendant la dernière séance de l'Académie, notre éminent confrère M. Faye a lu une Note fort intéressante sur le réglage des chronomètres de commerce dans les ports anglais, où il est dit que je m'occupe actuellement d'envoyer l'heure de Paris à nos ports de commerce *dans un autre but.*

» Il y a là une légère inexactitude que je crois devoir relever et qui me donne d'ailleurs l'occasion de faire connaître brièvement à l'Académie quel est le nouveau service que je désirerais pouvoir organiser; car c'est bien pour concourir au même but que je voudrais envoyer aux ports l'heure de notre premier méridien.

» Il existe dans chacun de nos cinq ports militaires un petit observatoire, dirigé par un lieutenant de vaisseau, où l'on reçoit du Dépôt de la marine un certain nombre de chronomètres qui ont subi à Paris toutes les épreuves réglementaires et que l'observatoire du port n'a plus qu'à régler à la température du lieu avant de les livrer aux navires en

partance; chaque chronomètre est accompagné de sa notice particulière. Ce service se fait très-régulièrement aujourd'hui et donne les meilleurs résultats. Ces cinq petits observatoires sont munis, depuis une vingtaine d'années, de la petite lunette méridienne portative que j'ai fait construire dans ce but par Brunner en 1850, et qui permet de régler chaque jour la pendule de la manière la plus simple et la plus exacte.

» Mais il n'existe malheureusement encore rien de semblable dans les ports de commerce. Les chronomètres y sont réglés par un horloger de la ville, qui le plus souvent ne sait pas observer, n'a pas d'instrument à sa disposition et se contente de déterminer les marches diurnes d'après une pendule plus ou moins bien réglée. Il résulte de là, comme j'ai eu souvent l'occasion de le constater, que des navires sortent du port avec des montres mal réglées. Le capitaine, au moment où il reprend son chronomètre, est d'ailleurs obligé de payer ce léger service. C'est pour essayer d'améliorer cette regrettable situation que j'ai demandé à M. le Ministre de l'Instruction publique de vouloir bien s'entendre avec ceux de ses collègues que cela intéresse pour me permettre d'envoyer dans tous nos ports de commerce l'heure de l'Observatoire de Paris par le télégraphe, une fois par semaine au moins, pour le règlement des chonomètres marins. Cela ne résoudrait pas sans doute complétement la question, comme le demande M. Faye; mais, pour les besoins ordinaires de la navigation, ce serait déjà une très-grande amélioration, obtenue de la manière la plus simple et la plus économique. Je dois cependant faire connaître que, bien que je m'occupe de cette affaire depuis deux ou trois mois, elle n'est pas encore résolue. L'administration des télégraphes a quelques dispositions particulières à prendre, et le prix d'abonnement qu'elle réclame est trop élevé pour qu'il soit facilement accepté par les ports. Dès que nous aurons obtenu une solution favorable et que ce service sera organisé, je m'empresserai de le faire connaître à l'Académie.

» Quant à la création dans chaque port de commerce d'un établissement chronométrique spécial avec étuve et réfrigérant, comme est installé celui du Dépôt de la marine, je crois que ce sera difficilement réalisable, à cause des frais relativement assez élevés que cela occasionnerait. Ce sont les constructeurs de chronomètres qui devraient faire ces expériences avant de livrer leurs instruments. C'est la solution la plus pratique de cette question. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable.* Note de M. F. TISSERAND.

« Dans les *Comptes rendus* des 20 et 27 janvier et 3 février 1879, j'ai donné une nouvelle méthode pour le développement de la fonction perturbatrice, dans le cas où l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable. L'analyse à laquelle j'avais eu recours a paru intéressante à M. Heine; ce savant, dans une Lettre adressée à M. Hermite, avait présumé que mon analyse pouvait me conduire à l'introduction des fonctions de Legendre dans mon développement de la fonction perturbatrice. J'ai mis à profit cette indication, qui m'avait été communiquée obligeamment par M. Hermite, et je suis arrivé effectivement à introduire très-simplement les fonctions X_n de Legendre. Je vais entrer à ce sujet dans quelques détails, en renvoyant pour les notations à mes Communications désignées ci-dessus.

» En posant $\cos V = \cos^2 \frac{J}{2} \cos x + \sin^2 \frac{J}{2} \cos y$, on a

$$\cos nV = Q_{0,0}^{(n)} + 2\Sigma Q_{i,0}^{(n)} \cos ix + 2\Sigma Q_{0,j}^{(n)} \cos jy + 4\Sigma Q_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy,$$

où les quantités $Q_{i,j}^{(n)}$ sont des fonctions de J.

» Je me bornerai actuellement à considérer les quantités $Q_{0,0}^{(2n)}$ et, d'une manière générale $Q_{i,i}^{(2n)}$. J'avais trouvé l'expression suivante de $Q_{0,0}^{(2n)}$:

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{n}{2} \sin^2 J \Big\{ & -1 + \frac{3}{8}(n^2-1^2)\sin^2 J - \frac{5}{96}(n^2-1^2)(n^2-2^2)\sin^4 J + \ldots \\ & + (-1)^{j-1}\left[\frac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{2.4\ldots 2j}\right]^2 \frac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2\ldots(2j+1)} \sin^{2j} J + \ldots \Big\}. \end{aligned}\right.$$

» J'ai pu mettre cette formule sous la forme très-simple suivante :

$$(2)\qquad Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{X_n^2 - X_{n-1}^2}{2}, \quad \text{où} \quad x = \cos J.$$

» J'avais également obtenu la formule qui suit, pour l'expression de $Q_{i,i}^{(2n)}$:

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} Q_{i,i}^{(2n)} = & \frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots[n^2-(i-1)^2]}{(2.4\ldots 2i)^2} \sin^{2i} J \\ & \times \Big\{ i - \frac{n^2-i^2}{2}\sin^2 J + \frac{2i+3}{16(i+1)^2}(n^2-i^2)[n^2-(i+1)^2]\sin^4 J + \ldots \\ & + \frac{1}{2}(-1)^j \left[\frac{(2i+j+1)(2i+j+2)\ldots(2i+2j-1)}{(2i+2)(2i+4)\ldots(2i+2j-2)}\right]^2 \frac{(n^2-i^2)\ldots[n^2-(i+j-1)^2]}{1.2\ldots j} \sin^{2j} J + \ldots \Big\}. \end{aligned}\right.$$

» J'ai trouvé cette nouvelle expression de $Q_{i,i}^{(2n)}$:

$$(4)\qquad Q_{i,i}^{(2n)} = \frac{\sin^{2i} J}{2(n-1)(n-i+1)\ldots(n+i)}\left[(n-i)\left(\frac{d^i X_n}{dx^i}\right)^2 - (n+i)\left(\frac{d^i X_{n-1}}{dx^i}\right)^2\right],$$

pour $x = \cos J$.

Je vais démontrer directement les formules (2) et (4), sans passer par (1) et (3).

On a (*loc. cit.*)

$$(-1)^n Q_{0,0}^{(2n)} = 1 - n^2 H_2 + n^2(n^2 - 1^2) H_4 - \ldots,$$

où

$$H_{2i} = \frac{1}{(1.2\ldots i)^2}\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (1 - \sin^2 J \sin^2\varphi)^i d\varphi,$$

il en résultera, en posant $\zeta = 1 - \sin^2 J \sin^2\varphi$,

$$(-1)^n Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \left[1 - \frac{n^2}{1^2}\zeta + \frac{n^2(n^2-1^2)}{1^2.2^2}\zeta^2 - \ldots\right] d\varphi,$$

ou, en faisant

$$(5)\qquad U_n(x) = 1 - \frac{n^2}{1^2}x + \frac{n^2(n^2-1^2)}{1^2.2^2}x^2 - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1^2.2^2.3^2}x^3 + \ldots,$$

$$(6)\qquad (-1)^n Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{1}{\pi}\int^\pi U_n(x)\, d\varphi,$$

pour $x = 1 - \sin^2 J \sin^2\varphi$.

» La fonction U_n s'exprime très-simplement à l'aide des fonctions X_n; on a, en effet,

$$U_n(x) = \frac{1}{1.2\ldots(n-1)}\frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}[x^{n-1}(1-x)^n],$$

d'où, en posant $x = \frac{z+1}{2}$,

$$U_n\left(\frac{z+1}{2}\right) = \frac{(-1)^n}{1.2\ldots(n-1)2^n}\left[(z-1)\frac{d^{n-1}}{dz^{n-1}}(z^2-1)^{n-1} + (n-1)\frac{d^{n-2}}{dz^{n-2}}(z^2-1)^{n-1}\right]$$

d'où, en désignant par Z_n ce que devient la fonction X_n de Legendre, quand on y remplace x par z,

$$(7)\qquad (-1)^n 2 U_n\left(\frac{z+1}{2}\right) = (z-1) Z_n + (n-1)\int_{-1}^z Z_{n-1}\, dz.$$

Or, de l'équation bien connue

$$\frac{d}{dz}\left[(1-z^2)\frac{dZ_n}{dz}\right]+n(n+1)Z_n=0,$$

on conclut

$$n(n-1)\int_{-1}^{z} Z_{n-1}\,dz = -(1-z^2)\frac{dZ_{n-1}}{dz},$$

moyennant quoi l'équation (7) donne

$$(-1)^n 2\,U_n\left(\frac{z+1}{2}\right)=(z-1)\,Z_{n-1}-\frac{1-z^2}{n}\frac{dZ_{n-1}}{dz};$$

On a, du reste,

$$(1-z^2)\frac{dZ_{n-1}}{dz}=n(z\,Z_{n-1}-Z_n),$$

et il en résulte finalement

$$U_n\left(\frac{z+1}{2}\right)=(-1)^n\frac{Z_n-Z_{n-1}}{2}$$

ou bien

(8) $$U_n(x)=(-1)^n\frac{Z_n-Z_{n-1}}{2},$$

pour $z=2x-1$

» Ainsi, la fonction U_n, définie par l'équation (5), s'exprime très-simplement à l'aide des fonctions de Legendre.

» On a

$$z=2(1-\sin^2 J\sin^2\varphi)-1=\cos^2 J+\sin^2 J\cos 2\varphi.$$

Cette valeur de z se déduira de l'expression suivante :

(9) $$z=\cos\theta\cos\theta'+\sin\theta\sin\theta'\cos(\psi-\psi'),$$

en y faisant

(10) $$\theta=\theta'=J,\quad \psi=-\psi'=\varphi.$$

» Or, on sait trouver l'expression Z_n que prend la fonction X_n quand on y remplace x par l'expression (9); on a, en effet, la formule bien connue

$$Z_n=X_nX'_n+\frac{2\sin\theta\sin\theta'}{n(n+1)}\frac{dX_n}{dx}\frac{dX'_n}{dx'}\cos(\psi-\psi')$$
$$+\frac{2\sin^2\theta\sin^2\theta'}{(n-1)n(n+1)}\frac{d^2X_n}{dx^2}\frac{d^2X'_n}{dx'^2}\cos 2(\psi-\psi')+\ldots,$$

où $x=\cos\theta$, $x'=\cos\theta'$.

» En faisant les changements indiqués par les équations (10), on trouvera pour le cas actuel

$$(11)\quad Z_n = (X_n)^2 + \frac{2\sin^2 J}{n(n+1)}\left(\frac{dX_n}{dx}\right)^2\cos 2\varphi + \frac{2\sin^4 J}{(n-1)n(n+1)}\left(\frac{d^2X_n}{dx^2}\right)^2\cos 4\varphi + \ldots,$$

où $x = \cos J$.

» On obtiendra Z_n, en changeant n en $n-1$; en reportant dans (8), puis dans (6), et remarquant que les termes en $\cos 2\varphi$, $\cos 4\varphi$,... disparaissent, il viendra définitivement

$$Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{X_n^2 - X_{n-1}^2}{2},$$

pour $x = \cos J$: c'est bien la formule (2).

» On en tirera sans peine une expression approchée de $Q_{0,0}^{(2n)}$, lorsque n est très-grand, en remplaçant X_n par sa valeur approchée

$$X_n = \sqrt{\frac{2}{n\pi\sin J}}\cos\left[\left(n+\frac{1}{2}\right)J - \frac{\pi}{4}\right].$$

» On trouve ainsi

$$Q_{0,0}^{(2n)} = \frac{\cos 2nJ}{n\pi}.$$

» J'indiquerai sommairement la manière d'arriver à l'équation (4); on a

$$Q_{i,i}^{(2n)} = (-1)^{n+i}\left\{\begin{array}{l} n^2(n^2-1^2)\ldots[n^2-(i-1)^2]K_{i,i}^{(2i)} \\ -n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-i^2)K_{i,i}^{(2i+2)} + \ldots \end{array}\right\}$$

où $K_{i,i}^{(2m)}$ a cette expression :

$$(12)\qquad K_{i,i}^{(2m)} = \frac{1}{(1.2\ldots m)^2}\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (1-\sin^2 J\sin^2\varphi)^m\cos 2i\varphi\, d\varphi.$$

» On en déduira aisément, en gardant les notations précédentes,

$$Q_{i,i}^{(2n)} = (-1)^n\frac{1}{\pi}\int_0^\pi U_n(x)\cos 2i\varphi\, d\varphi$$

où $x = 1 - \sin^2 J\sin^2\varphi$, et, en ayant recours aux formules (8) et (11), on trouvera

$$Q_{i,i}^{(2n)} = \sin^{2i} J\,\frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos^2 2i\varphi\, d\varphi\left[\frac{1}{(n-i+1)\ldots(n+i)}\left(\frac{d^iX_n}{dx^i}\right)^2 - \frac{1}{(n-i)\ldots(n+i-1)}\left(\frac{d^iX_{n-1}}{dx^i}\right)^2\right],$$

et la formule (4) s'en déduit immédiatement.

» J'avais écrit ce qui précède lorsque M. Hermite a eu l'obligeance de me communiquer une Lettre qui lui a été adressée par M. Heine, à la date du 2 juin dernier. M. Heine fait remarquer, ce dont je ne m'étais pas aperçu, que les quantités $K_{i,i}^{(2m)}$, définies par l'équation (12), se ramènent très-simplement à des fonctions de Laplace; voici comment il le prouve: en posant

$$\mu = \cos^2\frac{J}{2}, \quad \nu = \sin^2\frac{J}{2},$$

on peut écrire

$$(13) \qquad K_{i,i}^{(2m)} = \frac{1}{(1.2\ldots m)^2}\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (\mu^2+\nu^2+2\mu\nu\cos\psi)^m \cos i\psi\, d\psi.$$

» Supposons $\mu > \nu$, et posons

$$\frac{\mu^2+\nu^2}{\mu^2-\nu^2} = x,$$

d'où

$$\frac{2\mu\nu}{\mu^2-\nu^2} = \sqrt{x^2-1},$$

l'expression (13) deviendra

$$K_{i,i}^{(2m)} = \frac{(\mu^2-\nu^2)^m}{(1.2\ldots m)^2}\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (x+\sqrt{x^2-1}\cos\psi)^m \cos i\psi\, d\psi.$$

Or, les fonctions $P_i^{(m)}$ de Laplace étant définies par l'équation

$$P_i^{(m)}(x) = (\sqrt{x^2-1})^i\left[x^{m-i} - \frac{(m-i)(m-i-1)}{2(2m-1)}x^{m-i-2} + \frac{(m-i)(m-i-1)(m-i-2)(m-i-3)}{2.4(2m-1)(2m-3)}x^{m-i-4}\right],$$

on a

$$\frac{1}{\pi}\int_0^\pi (x+\sqrt{x^2-1}\cos\psi)^m \cos i\psi\, d\psi = \frac{\Pi(2m)}{2^m\Pi(m+i)\Pi(m-i)}P_i^{(m)}(x);$$

il en résulte donc

$$(14) \qquad K_{i,i}^{(2m)} = \frac{(\mu^2-\nu^2)^m\Pi(2m)}{2^m[\Pi(m)]^2\Pi(m+i)\Pi(m-i)}P_i^{(m)}(x).$$

» Dans sa Lettre à M. Hermite, M. Heine a donné la formule (14) pour les deux valeurs 0 et 1 de l'indice i, ce qui tient à ce que, dans mes Communications antérieures, je n'avais fait figurer que les quantités $K_{0,0}^{(2m)}$ et $K_{1,1}^{(2m)}$; on voit, en résumé, que M. Heine a réussi à introduire les fonctions sphériques dans les éléments analytiques que j'avais employés; de mon côté, et sans cette introduction préalable, je suis arrivé aux résultats définitifs et très-simples contenus dans les équations (2) et (4). »

MÉCANIQUE. — *Du spiral réglant sphérique des chronomètres* [1].
Note de M. PHILLIPS.

« Il peut être utile, dans certains cas, que les valeurs de φ et par suite de θ correspondant aux deux extrémités de la partie sphérique du spiral ne soient pas égales et de signes contraires. Nous allons maintenant résoudre les questions précédentes dans ces nouvelles conditions. Soient actuellement

l la longueur de la partie sphérique du spiral;
L sa longueur totale, y compris les deux courbes théoriques;
φ_0 et θ_0 les valeurs négatives de φ et θ correspondant à l'extrémité inférieure de la partie sphérique du spiral;
r_0 la valeur de r à cette extrémité;
x_0 et y_0 l'x et l'y du centre de gravité de la courbe théorique inférieure;
x_1 et y_1 l'x et l'y du centre de gravité de la courbe théorique supérieure.

» Conservons, d'ailleurs, toutes les autres notations précédentes.

» En opérant comme nous l'avons fait plus haut, on obtient les deux équations suivantes :

$$(26)\left\{\begin{aligned} lx' = \frac{1}{2}R^2\Big\{ & \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1(1+\cos 2\varphi_1) - \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0(1+\cos 2\varphi_0) \\ & -\frac{\lambda}{\pi R}\left(\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1 - \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\sin 2\varphi_0\right) \\ & +\frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}\left[\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_1\right) - \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_0\right)\right] \\ & -\frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3}\left(\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1 - \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\sin 2\varphi_0\right)\Big\} \end{aligned}\right.$$

et

$$(27)\left\{\begin{aligned} ly' = -\frac{1}{2}R^2\Big\{ & \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1(1+\cos 2\varphi_1) - \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0(1+\cos 2\varphi_0) \\ & +\frac{\lambda}{\pi R}\left(\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1 - \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\sin 2\varphi_0\right) \\ & +\frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2}\left[\cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_1\right) - \cos\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\left(\frac{1}{4}+\cos 2\varphi_0\right)\right] \\ & +\frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3}\left(\sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_1\sin 2\varphi_1 - \sin\frac{2\pi R}{\lambda}\varphi_0\sin 2\varphi_0\right)\Big\}. \end{aligned}\right.$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1147.

» Or, on a

$$(28) \qquad Lx_2 = lx' + l_1 x_1 + l_0 x_0$$

et

$$(29) \qquad Ly_2 = ly' + l_1 y_1 + l_0 y_0.$$

» Mais, d'après les propriétés des courbes théoriques,

$$(30) \quad \begin{cases} l_1 x_1 = -\frac{1}{2} R^2 \sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 (1 + \cos 2\varphi_1), \\ l_1 y_1 = \quad \frac{1}{2} R^2 \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 (1 + \cos 2\varphi_1), \\ l_0 x_0 = \quad \frac{1}{2} R^2 \sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 (1 + \cos 2\varphi_0), \\ l_0 y_0 = -\frac{1}{2} R^2 \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 (1 + \cos 2\varphi_0). \end{cases}$$

» Substituant les valeurs données par (26), (27) et (30) dans les équations (28) et (29), les termes de leurs seconds membres ne contenant pas $\frac{\lambda}{\pi R}$ comme facteur disparaissent comme précédemment, et l'on a

$$(31) \quad \begin{cases} Lx_2 = -\frac{1}{2} R^2 \left\{ \frac{\lambda}{\pi R} \left(\cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \sin 2\varphi_1 - \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \sin 2\varphi_0 \right) \right. \\ \qquad - \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2} \left[\sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1 \right) - \sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_0 \right) \right] \\ \qquad \left. + \frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3} \left(\cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \sin 2\varphi_1 - \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \sin 2\varphi_0 \right) \right\} \end{cases}$$

et

$$(32) \quad \begin{cases} Ly_2 = -\frac{1}{2} R^2 \left\{ \frac{\lambda}{\pi R} \left(\sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \sin 2\varphi_1 - \sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \sin 2\varphi_0 \right) \right. \\ \qquad + \frac{\lambda^2}{\pi^2 R^2} \left[\cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_1 \right) \right. \\ \qquad \left. - \cos \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \left(\frac{1}{4} + \cos 2\varphi_0 \right) \right] \\ \qquad \left. + \frac{\lambda^3}{\pi^3 R^3} \left(\sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_1 \sin 2\varphi_1 - \sin \frac{2\pi R}{\lambda} \varphi_0 \sin 2\varphi_0 \right) \right\}. \end{cases}$$

» On voit déjà que, quels que soient φ_1, θ_1, φ_0 et θ_0, dans des limites telles qu'on puisse négliger la quatrième puissance et les puissances supérieures de $\frac{\lambda}{2\pi R \cos\varphi}$ devant l'unité, les valeurs de x_2 et de y_2 sont très-

petites. Mais, afin de satisfaire le mieux possible à la condition que le centre de gravité du spiral tout entier soit sur l'axe du balancier, nous allons, regardant φ_1 et θ_1 comme donnés, déterminer φ_0 et θ_0 de manière à annuler les termes des seconds membres des équations (31) et (32), contenant comme facteurs la première et la troisième puissance de $\frac{\lambda}{\pi R}$.

» Pour cela, il faut et il suffit que l'on ait

(33) $$\sin 2\varphi_0 \cos\theta_0 = \sin 2\varphi_1 \cos\theta_1$$

et

(34) $$\sin 2\varphi_0 \sin\theta_0 = \sin 2\varphi_1 \sin\theta_1.$$

» En élevant au carré les deux membres de ces deux équations, puis les ajoutant membre à membre, on en conclut

$$\sin 2\varphi_0 = \pm \sin 2\varphi_1.$$

» Mais, des angles $2\varphi_0$ et $2\varphi_1$, le premier est négatif et le second positif, et tous deux, en grandeur absolue, sont plus petits que π. Donc

(35) $$\sin 2\varphi_0 = - \sin 2\varphi_1.$$

De plus, les angles $-2\varphi_0$ et $2\varphi_1$ sont supplémentaires; par suite, $-\varphi_0$ et φ_1 sont complémentaires, et l'on a

(36) $$\varphi_0 = -\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right).$$

» Les équations (33) et (34) deviennent alors

(37) $$\cos\theta_0 = - \cos\theta_1$$

et

(38) $$\sin\theta_0 = - \sin\theta_1,$$

d'où

(39) $$\theta_0 = \theta_1 - (2k+1)\pi,$$

k étant un nombre entier quelconque.

» Maintenant, le rapport $\frac{\varphi}{\theta}$ étant constant, on doit avoir

$$\frac{\varphi_1}{\theta_1} = \frac{\varphi_0}{\theta_0} \quad \text{ou} \quad \frac{\varphi_1}{\theta_1} = \frac{\frac{\pi}{2} - \varphi_1}{(2k+1)\pi - \theta_1},$$

d'où

(40) $$\theta_1 = (2k+1)\,2\varphi_1,$$

équation qui détermine θ_1, l'angle φ_1 étant donné. On a alors

(41) $$\theta_0 = -(2k+1)(\pi - 2\varphi_1).$$

» On conclura ensuite le rapport $\frac{\lambda}{R}$ de l'une quelconque des deux équations

$$\frac{\lambda}{2\pi R} = \frac{\varphi_1}{\theta_1} \quad \text{ou} \quad \frac{\lambda}{2\pi R} = \frac{\varphi_0}{\theta_0}.$$

» Moyennant les conditions précédentes, on trouve que

$$Lx_2 = \frac{\lambda^2}{4\pi^2}\sin\theta_1 \quad \text{et} \quad Ly_2 = -\frac{\lambda^2}{4\pi^2}\cos\theta_1.$$

» Soit δ la distance du centre de gravité du spiral tout entier à l'axe du balancier. On en conclut

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1}{4\pi^2}\frac{\lambda}{L}.$$

» Supposons $\frac{\lambda}{L} = \frac{1}{100}$ environ. Alors $\frac{\delta}{\lambda}$ serait égal environ à $\frac{1}{4000}$. »

OPTIQUE. — *Observations relatives à une Note de M.* Lamansky *ayant pour titre : « Sur la loi de Stokes »* (1). Note de M. **Edm. Becquerel.**

« J'ai démontré depuis longtemps que les effets de phosphorescence et de fluorescence constituent un même ordre de phénomènes, qu'ils proviennent d'une émission lumineuse des corps par action propre, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par la durée de cette émission après l'influence préalable des rayons excitateurs (2).

» L'emploi du phosphoroscope permet de déterminer, mieux que par tout autre moyen, la composition de la lumière émise quand il s'agit des corps solides fluorescents; quand il s'agit de liquides, il faut avoir recours à d'autres procédés. Je suis arrivé, pour les effets de phosphorescence comme pour ceux de fluorescence, malgré la complication des phéno-

(1) *Comptes rendus* de la dernière séance, p. 1192 de ce volume.

(2) Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 301 et 316.

mènes, à la loi, donnée par M. Stokes, que la réfrangibilité de la lumière émise est toujours au plus égale et en général moindre que celle des rayons excitateurs.

» Il y a plusieurs années ([1]), dans un travail relatif à l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium, j'ai incidemment montré que l'observation de M. Lommel sur les effets de la dissolution de rose de naphtaline, citée par lui comme contraire à la loi précédente, ne devait pas être admise. M. Lamansky, qui a pris pour point de départ de sa Note l'observation de M. Lommel et qui arrive à la contredire également, aurait pu citer les nombreux exemples que j'ai donnés depuis longtemps du principe précédent de réfrangibilité.

» Mais ce qui m'a engagé à présenter les observations actuelles, c'est que la fin de la Note de M. Lamansky semblerait indiquer, comme cause des effets de fluorescence, un phénomène différent de celui qui a lieu en réalité.

» En effet il dit, page 1194 de ce volume :

« C'est sur le rouge de naphtaline que j'ai obtenu le plus grand changement de réfrangibilité de la lumière.... D'après ces recherches, je crois pouvoir conclure que la loi du changement de réfrangibilité de la lumière est parfaitement juste dans la forme générale sous laquelle Stokes l'a émise. »

» Or, les phénomènes de fluorescence dont il s'agit ne dépendent pas d'un simple changement de réfrangibilité des rayons lumineux qui tombent sur un corps, mais d'une transformation complète du mouvement vibratoire, comme je crois l'avoir établi au moyen du phosphoroscope : les rayons incidents excitent des vibrations dans le corps; celui-ci émet alors, en vertu d'une action qui lui est propre, de la lumière dont la composition ne semble pas liée d'une manière simple avec la nature des vibrations incidentes, c'est-à-dire que les effets de phosphorescence et de fluorescence sont distincts des effets de diffusion qui suivent l'illumination du corps et ont en général une durée plus longue qui permet de les séparer. En observant les effets de fluorescence sur un certain nombre de corps au moyen du phosphoroscope et en analysant la lumière émise au milieu de cet appareil, l'observateur n'est pas impressionné par la lumière incidente ni par la lumière diffusée : il ne reçoit que les rayons émis en vertu de l'action propre du corps après l'action lumineuse, et il obtient les mêmes résultats qu'en

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 296 (1872), et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVII, p. 539 et 547.

analysant à la manière ordinaire la lumière de fluorescence donnée par les mêmes corps.

» Les faits observés par M. Lamansky sont exacts, mais ils me paraissent devoir être exprimés d'une manière un peu différente. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité de vapeur du bisulfhydrate d'ammoniaque.* Note de M. H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

« MM. Engel et Moitessier, dans une Note qu'ils ont publiée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, ont remarqué que je n'avais pas donné les détails d'une densité de vapeur prise sur le sulfhydrate neutre d'ammoniaque AzH^4S à la température de 99°,5. Je les retrouve dans le huitième volume de mes Procès-verbaux de laboratoire, et je m'empresse de les transcrire ici littéralement.

	Page 157.	Page 159.
	80^{gr},038	57^{gr},925
	80,036	57,923
Excès de poids	0,002	0,002
Pression barométrique au moment de la fermeture à 13°,7	746^{mm},7	746^{mm},2
Azote + ammoniaque restés (ammoniaque, 0,7)	1^{cc},3	0^{cc}
Azote resté (azote, 0,6)	0^{cc},6	0^{cc}
Température de ces gaz	14°	»
	462^{cc},9	465^{cc},6
	184,2	162,5
Capacité du ballon	278,7	303,1
Densité observée	1,27	1,26
Densité calculée	1,18	1,18
Baromètre au moment de la pesée du ballon	746^{mm},0	744^{mm},8
Température	13°,50	13°,7
	95^{gr},311	68^{gr},980
	15,275	11,055
Poids du ballon	80,036	57,925

» Je remercie MM. Engel et Moitessier de m'avoir averti que j'avais à réparer cette omission. Je n'ai plus malheureusement le souvenir du procédé qui m'a servi il y a dix-sept ans à préparer la matière employée dans cette détermination, ni des précautions qui m'ont permis d'arriver à ce résultat.

» A cette époque, je connaissais et je citais le très-remarquable Mémoire

publié en 1838 par M. Bineau, dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Toutes les expériences qui ont été faites depuis par divers auteurs s'y trouvent tout au long exposées, y compris celles de M. Horstmann; mais j'avais alors un sulfhydrate neutre d'ammoniaque ayant à 99°, 5 une densité correspondant à 4 volumes, et cela me suffisait.

» Cependant M. Troost a découvert récemment que l'acide sulfhydrique pouvait se combiner en trois proportions avec l'ammoniaque, de la même manière que l'acide chlorhydrique. Il a déterminé les tensions de dissociation de ces matières et observé que la stabilité de ces composés augmente avec la proportion de ces acides dans la combinaison. D'un autre côté, j'ai essayé en vain de retrouver mon sulfhydrate neutre, résistant à 99°, 5. Toutes les densités de vapeur que j'ai déterminées depuis sur diverses matières donnent invariablement 0,88, qui correspond au corps le plus stable, le bisulfhydrate. Je réservais ces explications pour le moment où M. Troost publierait ses expériences, ce qu'il fait aujourd'hui. J'ai d'ailleurs à satisfaire la demande fort légitime de MM. Engel et Moitessier. Il reste toujours la conclusion de M. Bineau, la seule acceptable dans l'état actuel de la Science.

« En résumé, dit-il, il reste indubitablement établi que, si le sulfhydrate d'ammoniaque (le bisulfhydrate) ne se décompose pas en se vaporisant à la température de 20 degrés dans l'hydrogène et dans le vide, le gaz ammoniac et le gaz sulfhydrique s'y trouvent réunis sans condensation, ce qui fixe la densité de sa vapeur à 0, 884. »

» C'est, en outre, la seule conclusion nécessaire; car, l'argument tiré de l'existence d'un sulfhydrate neutre d'ammoniaque résistant à une température de 99°, 05 étant écarté pour le moment, personne ne peut encore affirmer qu'en mettant en contact à une température convenablement choisie des volumes égaux d'acide sulfhydrique et d'ammoniaque, on obtient un simple mélange plutôt qu'une combinaison. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination de la hauteur du mercure dans le baromètre sous l'équateur; amplitude des variations diurnes barométriques à diverses stations dans les Cordillères* (¹); par M. BOUSSINGAULT. (Suite.)

« *Métairie d'Antisana* (altitude, 4100 mètres; température moyenne, 5°, 2). — C'est un des lieux habités les plus élevés du globe, où vit pen-

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 1158 de ce volume.

dant l'année entière une famille d'Indiens quichuas, robustes comme le sont les montagnards des Andes.

» La station, située par o°33′ de latitude sud, est au pied du volcan éteint de l'Antisana, dont le sommet est à la hauteur de 5900 mètres, d'après une mesure barométrique. Pendant mon ascension, je fus atteint subitement d'une ophthalmie des plus graves, causée par la réverbération des neiges. Obligé de retourner à Quito, je dus renoncer à continuer les observations que j'avais commencées à la métairie. On comprend le regret que j'éprouvai. Une étude météorologique sur un point placé à une telle élévation, sous l'équateur même, offrait un grand intérêt. Heureusement, quelques années plus tard, j'engageai un jeune Américain, M. Carlos Aguirre, élève distingué de l'École Centrale, à établir un observatoire à l'Antisana. En 1846, il y installa des instruments d'excellente construction, et, pendant une année, on consulta le baromètre, le thermomètre et l'hygromètre, le jour, la nuit, et souvent d'heure en heure. J'ai inséré dans mon Mémoire cette longue et importante série d'observations, faite dans la *région des nuages*. Je la résumerai ici très-sommairement.

» La variation diurne moyenne déduite de 375 jours a été de $0^{mm},52$; la plus grande, de $1^{mm},65$, a eu lieu le 27 avril; la plus petite, de $0^{mm},10$, a eu lieu le 23 octobre.

» On a eu pour la hauteur moyenne du baromètre $471^{mm},8$; pour la plus grande, en juin, $472^{mm},5$; pour la plus petite, en décembre, $471^{mm},3$.

» La température moyenne des mois a été :

Janvier	6°,50	Juillet	3°,45
Février	5,59	Août	3,37
Mars	5,88	Septembre	4,14
Avril	6,30	Octobre	5,31
Mai	5,75	Novembre	5,75
Juin	4,98	Décembre	5,41
		Moyenne	5,18

» Le plus grand abaissement de la température occasionné par l'effet du rayonnement nocturne a eu lieu en juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre : — 4°,0 à — 6°,6.

» La pluie recueillie en dix mois dans l'udomètre a été de $1^{m},87$. Pour l'année on aurait eu probablement $2^{m},24$: c'est à peu près la quantité d'eau qui tombe à Quito.

» A la métairie d'Antisana, le ciel est généralement nuageux; on jugera du climat par ce relevé.

» En 375 jours on a enregistré :

Jours où il y a eu des brouillards	130
» de la pluie	122
» de la neige	36
» de la grêle	12
» du tonnerre	17
Jours où le ciel a été découvert	34

» Ce qui frappe au premier abord, a dit de Humboldt, dans le phénomène des variations barométriques entre les tropiques, « c'est la non-interrup-» tion du mouvement ascendant ou descendant. Il faut toutefois déterminer » le moment où la colonne de mercure atteint son minimum et ne change » pas sensiblement, et le moment où elle commence de nouveau à monter. » Il arrive, comme pour toutes les grandeurs susceptibles d'un maximum » et d'un minimum, que l'accroissement et la diminution des marées de » l'atmosphère et de l'océan, près des limites extrêmes, sont proportionnels » au carré des temps écoulés depuis les époques des maxima et des minima. » Le baromètre reste par conséquent stationnaire, en apparence, avant que » son mouvement devienne rétrograde. Cet état stationnaire dure plus ou » moins longtemps, comme l'état du flux dans la *mer étale*. »

» Je cite ce passage de l'illustre voyageur pour rappeler la tendance, bien naturelle d'ailleurs, qu'on avait de considérer les mouvements périodiques du mercure comme l'indice d'une marée accomplie dans l'atmosphère. Ainsi, en 1784, Cotte attribua les variations barométriques constatées à Mexico par le P. Alzate à une cause ayant quelques rapports avec les marées déterminées par la Lune.

» Celestino Mutis assura à de Humboldt, lorsqu'il le rencontra dans la Nueva Granada « que le baromètre monte et descend le plus dans les qua-» dratures, tandis qu'à l'époque des oppositions et des conjonctions les » différences entre les hauteurs de 11 heures du soir et 4 heures du matin » deviennent singulièrement petites. »

» J'ai entrepris, à Bogotá, une série d'observations qui n'a pas confirmé l'assertion de Mutis. Dans les syzygies comme dans les quadratures, et aux heures du passage de la Lune par le méridien, je n'ai pu reconnaître l'influence lunaire sur les hauteurs barométriques, bien que j'aie fait usage d'un instrument accusant des variations de $\frac{1}{20}$ de millimètre. Ce que j'ai reconnu à Bogotá, c'est que les hauteurs moyennes mensuelles sont les plus grandes en juin et juillet; les plus petites en décembre et janvier, lorsque la Terre est le plus rapprochée du Soleil.

» L'observateur hollandais, dont le nom est resté inconnu, terminait sa lettre datée de Surinam, en 1722, dans laquelle il annonçait la découverte des variations horaires barométriques, par cette phrase : « On désire » que les philosophes d'Europe fassent leurs conjectures là-dessus.» Soixante et dix-sept ans plus tard, près de ces mêmes côtes de Surinam, sur les bords de l'Orénoque, de Humboldt disait, en regardant son baromètre, non sans une certaine tristesse : « Quant aux conjectures des philosophes » d'Europe, que le correspondant du journal littéraire de la Haye désire » connaître, on ne peut pas en offrir de bien satisfaisantes. »

» Aujourd'hui, on pourrait reproduire la réflexion de Humboldt si les philosophes d'Europe n'avaient constaté dans l'atmosphère des phénomènes périodiques analogues à celui accusé par le baromètre et dus peut-être à une même cause : les variations horaires de la déclinaison de l'aiguille aimantée, de l'intensité du magnétisme, de la tension électrique dans l'air. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les dernières modifications faites à l'écluse de l'Aubois et sur les moyens qui y sont employés pour amortir les percussions des tubes mobiles sur leurs siéges, en les empêchant de rebondir.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« On a construit avec succès à l'écluse de l'Aubois les *freins hydrauliques* sans soupape et à corde ou chaîne alternativement détendue, dont j'ai donné la description dans les *Comptes rendus*, séance du 24 février dernier. Il n'a pas été nécessaire, comme je le craignais, d'y ajouter une soupape. Voici quelques détails sur la construction de ces freins, dont le mode d'action sera applicable à plusieurs autres appareils, pour lesquels il est intéressant d'avoir un moyen simple de supprimer toute percussion sensible d'un tube retombant alternativement sur son siége et surtout de l'empêcher de rebondir.

» Un cylindre vertical en tôle de $0^m,50$ de haut et de $0^m,20$ de diamètre intérieur est attaché par des vis et écrous à une plaque de tôle fixée solidement sur le sol ; il est toujours rempli d'eau et contient à son intérieur une pièce mobile formée d'une sorte de tronc de cône en bois traversé par une tige verticale en fer qui y est attachée par-dessous au moyen d'une vis et d'un écrou. La plus petite base est à la partie inférieure. La partie supérieure, dont le diamètre est de $0^m,195$, est cylindrique sur $0^m,01$ de haut,

ce qui suffit pour servir de guide d'une solidité convenable à l'intérieur de cette espèce de corps de pompe, dont le sommet est recouvert d'une plaque de tôle percée au milieu pour le passage de la tige précitée, qu'elle sert aussi à guider. Cette pièce de bois a 0^m, 20 de haut; elle n'est pas terminée tout à fait en pointe, puisqu'il faut que sa partie inférieure reçoive, comme je l'ai dit, une vis avec écrou, le tout relié avec une solidité convenable. La partie supérieure avait été un peu creusée pour recevoir au besoin du plomb; mais il n'a pas été nécessaire d'en mettre pour faire retomber *d'elle-même* cette pièce en temps utile. Il n'est pas indispensable que ce cylindre soit toujours plongé dans l'eau, parce que son couvercle forme une sorte de cuvette. Il en résulte que, si la pièce de bois tirée de bas en haut, comme je vais l'expliquer avec plus de détails, dans un cylindre toujours rempli d'eau, fait sortir quelques gouttes d'eau autour de la tige en fer qui lui sert à la fois de guide et de lest, elles rentrent d'elles-mêmes dans le cylindre en temps utile, de sorte qu'on n'a à entretenir l'eau à son intérieur que par suite de l'évaporation.

» Quand le balancier de chaque grand tube mobile de l'appareil d'épargne de l'écluse de l'Aubois est sur le point d'achever sa course ascendante, une corde attachée au sommet de la tige en fer dont je viens de parler, étant brusquement tendue, soulève la pièce de bois qui y est attachée. Celle-ci éprouve une très-grande résistance, parce que l'eau qui est au-dessus d'elle est obligée de passer au-dessous par l'espace annulaire très-étroit qui existe entre cette pièce de bois et le cylindre fixe. Il est bien à remarquer qu'il n'y a aucun choc entre corps solides et que le chemin parcouru par la pièce de bois pouvant au besoin être assez long, pourvu qu'il soit assez petit par rapport à la course totale de l'extrémité du balancier, on peut amortir la percussion pour ainsi dire aussi doucement qu'on le veut.

» Aujourd'hui le *coup de fouet* des longs balanciers de l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois est entièrement supprimé, sans que l'on diminue l'adhérence des grands tubes sur leurs siéges quand ils sont venus s'y poser. Les chocs de ces tubes sur leurs siéges sont tout à fait insignifiants : lorsqu'on ne prenait pas certaines précautions, ils les faisaient autrefois rebondir, de manière à être une cause de déchet, et auraient pu à la longue endommager des maçonneries.

» Le principe des freins hydrauliques est connu depuis longtemps; il a été employé d'abord pour amortir les percussions dans les machines à colonne d'eau. Reichenbach est, je crois, le premier qui s'en soit servi, en étranglant graduellement des orifices.

» En 1838, j'ai proposé, dans les *Annales des Mines*, un moyen d'amortir le choc de la soupape d'arrêt d'un bélier hydraulique, en faisant chasser brusquement l'eau d'un vase renversé fixe par le soulèvement d'un vase renversé mobile. Depuis cette époque, ces idées ont été modifiées de diverses manières intéressantes. On sait que la marine emploie des freins hydrauliques qui amortissent des percussions bien autrement considérables que celles dont j'ai eu à m'occuper; mais ces freins exigent l'emploi d'une soupape dont je suis entièrement débarrassé.

» Pour plusieurs appareils de mon invention, il est utile d'amortir la percussion d'un tube retombant alternativement sur son siége, et surtout de l'empêcher de rebondir; il suffit pour cela que les choses soient disposées de manière qu'on puisse, au moyen d'une corde alternativement tendue, faire tirer de bas en haut une pièce analogue à celle dont j'ai parlé ci-dessus et qu'elle ait la possibilité de retomber d'elle-même en temps utile, tout étant disposé d'une manière extrêmement simple.

» Dans ceux de ces appareils pour lesquels la levée d'un tube doit être très-petite, il suffit qu'on puisse donner au bras du balancier sous l'extrémité duquel doit se trouver le frein hydraulique une longueur suffisante, par rapport à l'autre bras, pour que le chemin parcouru par la pièce conique dont il s'agit ne soit pas trop grand relativement à la course totale de cette extrémité. C'est la possibilité de tendre ainsi alternativement une corde ou chaîne et de la laisser ensuite détendue pendant un temps convenable qui permettra, dans divers systèmes, d'appliquer avec tant de simplicité et de précision le principe du frein hydraulique, en supprimant toute espèce de soupape, et il est bien à remarquer que, à partir de l'instant où les pièces sont réduites au repos, ce frein ne diminue en aucune façon l'adhérence du tube sur son siége.

» Dans les expériences que j'ai faites à Versailles en 1872 et 1873, sur mon appareil automatique à tube oscillant, élevant de l'eau au moyen d'une chute motrice, qui ont été l'objet d'un Rapport fait au Ministère des Travaux publics par M. de Lagrené, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, j'avais reconnu qu'il était plus utile pour le rendement qu'on ne le croyait d'empêcher le tube de rebondir sur son siége. J'avais diminué cet inconvénient au moyen de rebords extérieurs qui, étant toujours plongés dans l'eau, faisaient un effet analogue à celui de la quille d'un navire qui diminue les mouvements de roulis. Mais aujourd'hui, au moyen de cette disposition des freins hydrauliques, sans soupape à corde alternativement

détendue, on peut amortir les percussions dont il s'agit d'une manière bien plus complète ([1]). »

M. Daubrée fait hommage à l'Académie de la première Partie d'un Ouvrage intitulé « Études synthétiques de Géologie expérimentale » et ajoute :

« Des questions diverses de Géologie ont été abordées par l'expérimentation, dans une série de Mémoires que j'ai publiés depuis une trentaine d'années et qui sont épars dans diverses publications scientifiques. Tout en reconnaissant combien ces recherches sont incomplètes, je les ai réunies et coordonnées, comme étant des jalons posés sur une voie certainement féconde. Quoique portant sur des sujets divers, ces études se dirigent vers un but unique : elles tendent à introduire l'expérimentation synthétique dans la Géologie, c'est-à-dire à constituer la Géologie expérimentale.

» La première Partie de cet Ouvrage montre les résultats d'expériences destinées à expliquer divers *phénomènes géologiques*, les uns chimiques et physiques, les autres mécaniques. Les premiers se rattachent à l'histoire des dépôts métallifères, à celle des roches cristallines, métamorphiques et éruptives, ainsi qu'au mécanisme des volcans. Dans les phénomènes de la seconde catégorie figurent la formation des galets, du sable et du limon,

---

([1]) Les dimensions du brise-lames dont j'ai parlé dans ma Note précitée ont été augmentées de manière à réduire à peu de chose les ondulations dans le bassin d'épargne, à sections réduites, comme je l'ai expliqué. Au moyen des dessins à l'échelle des *Pl. XV* et *XVI* du t. III du *Cours de navigation intérieure* de M. de Lagrené, on peut se rendre compte du mode d'exhaussement de ce bassin, en disant que ses murs s'élèvent maintenant à la même hauteur que celui qui est le long de la rivière de l'Aubois. Aujourd'hui, les grandes oscillations initiales et finales ont au moins autant d'importance pour le rendement que le produit des périodes de la machine, d'ailleurs réduites à un très-petit nombre.

Quand cet appareil a été construit, j'attachais beaucoup moins d'importance à ces grandes oscillations, de sorte que, sous ce rapport, il y aura, quant aux applications ultérieures, à tenir compte de ce point essentiel, pour lequel j'ai déjà dit qu'il était très-utile que le coude arrondi fût disposé au-dessous de celui des tubes mobiles par lequel se font ces grandes oscillations, ce qui ne peut se faire maintenant avec autant d'avantage à l'écluse de l'Aubois, où le coude arrondi est sous l'autre tube mobile. On est d'ailleurs obligé d'avoir égard, pour varier les expériences, à ce qu'une partie des maçonneries n'avait pas, dans le principe, été faite de manière à remplir les conditions nécessitées par cette nouvelle combinaison d'oscillations plus grandes qu'on ne l'avait prévu, ce qui exigera quelques travaux de consolidation, tandis que pour d'autres applications les dépenses seront beaucoup moindres.

ainsi que d'autres effets de trituration et de transport; le mécanisme des déformations et des cassures terrestres, telles que les failles et les joints congénères; l'origine de la schistosité des roches, les déformations des fossiles et certains traits de la structure des chaînes de montagnes associés à la schistosité; enfin la chaleur qui a dû se dégager dans les roches par les actions mécaniques.

» La seconde Partie sera consacrée à l'étude de la méthode expérimentale des divers *phénomènes cosmologiques*, c'est-à-dire à diverses questions relatives à l'histoire chimique, physique et mécanique des météorites. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Physiologie laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Cl. Bernard*.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 54,

M. Bouley obtient......	32	suffrages.
M. Rouget »	18	»
M. Arm. Moreau	3	»

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre des votants étant 54,

M. Rouget obtient......	35	suffrages.
M. Arm. Moreau	19	»

En conséquence, la liste qui sera adressée à M. le Ministre comprendra : en première ligne, M. **Bouley**; en seconde ligne, M. **Rouget**.

CORRESPONDANCE.

M. **Donders**, élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ch. de Comberousse*, intitulé : « Histoire de l'École Centrale des Arts et Manufactures depuis sa fondation jusqu'à ce jour ».

2° La seconde édition d'un Ouvrage intitulé : « Éclairage à l'électricité », par M. *H. Fontaine*.

3° Un Ouvrage intitulé : « Les habitations ouvrières en tous pays », par MM. *E. Muller* et *E. Cacheux*. Texte et Atlas. (Cet Ouvrage est renvoyé à la Commission des Arts insalubres.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (198), *découverte à l'Observatoire de Marseille, par M.* BORRELLY; communiquées par M. Stephan.

Dates. 1879.	Heure de l'observation. (Temps moyen de Marseille).	Æ de (198).	P. de (198).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en P.	Observateur.
Juin 13..	$12^h59^m54^s$	$17^h5^m49^s,86$	$115°26'26'',35$	$+\bar{1},2267$	$-0,9101$	Borrelly
» 14..	9.51.49	17.4.53,17	115.21.20,35	$-\bar{1},3161$	$-0,9051$	»

La planète est de 11e grandeur.

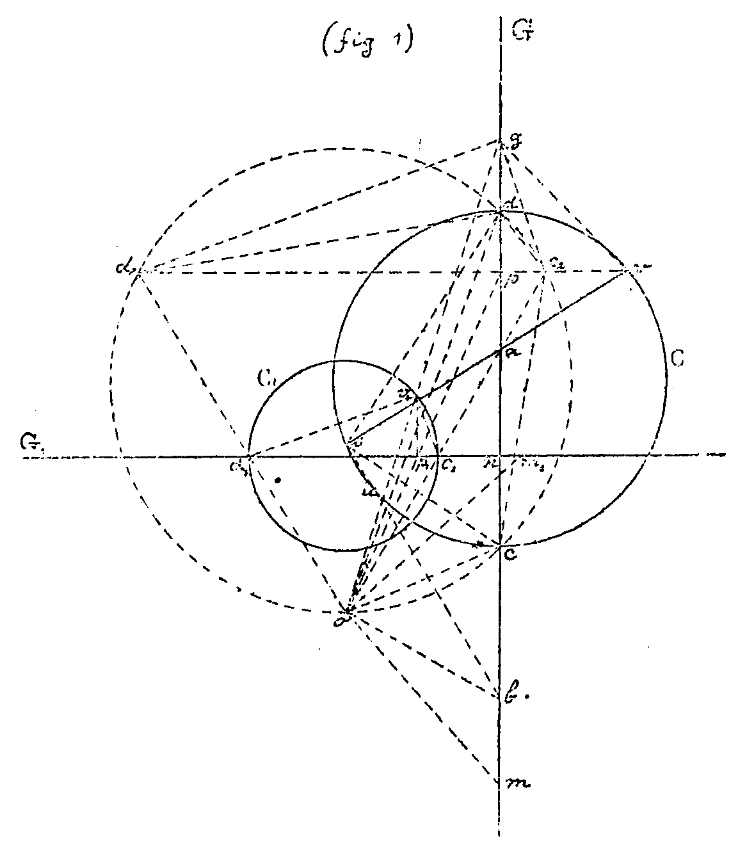
Position moyenne, pour 1879, o, de l'étoile de comparaison commune aux deux observations ci-dessus :

Nom de l'étoile.	Æ.	P.	Autorité.
5791 B. A. C. 7e	$17^h4^m47^s,55$	$115°6'19'',95$	Cat. B. A. C.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface de l'onde et sur la transformation d'un pinceau.* Note de M. A. MANNHEIM.

« Je me propose de faire connaître une *nouvelle construction plane* des éléments de courbure de la surface de l'onde. Reprenons les notations dont j'ai fait usage dans ma dernière Communication (9 juin 1879). G est la normale en m à l'ellipsoïde $[m]$ de centre o (*fig.* 1); sur cette droite, on a les points c, d qui sont les centres de courbure principaux de $[m]$. Prenons toujours le plan (o, G) pour plan de la figure et décrivons sur cd comme diamètre la circonférence C. Menons la droite dv, telle que l'angle cdv soit égal à l'angle que le grand axe de l'indicatrice de $[m]$ en m fait

avec le plan de la figure. C'est par le point v que passent les droites auxiliaires des surfaces élémentaires du pinceau de normales [G] à [m].



» Soit va la droite auxiliaire de la surface élémentaire de [G] dont la transformée (¹) est un élément de surface développable. En abaissant du point u, diamétralement opposé à v sur C, la perpendiculaire ub sur va, on obtient sur G le point b où cette surface élémentaire est normale au plan (o, G). Nous savons que l'angle boa est droit et qu'en joignant le point o au point a on a une droite qui rencontre G_1, transformé de G, au point c_1 qui est un foyer du pinceau [G_1]. Cherchons le point c_1. Appelons s le point où ub rencontre C. Les droites, partant respectivement des points o, s et qui aboutissent aux points b, c, a, d, forment deux faisceaux ayant des rapports anharmoniques égaux; on a

$$(1) \qquad \frac{\operatorname{tang} coa}{\operatorname{tang} aod} = \frac{\operatorname{tang} csa}{\operatorname{tang} asd} \text{ ou } \frac{\operatorname{tang} cdv}{\operatorname{tang} vcd}.$$

(¹) Voir *Comptes rendus* des 2 et 9 juin 1879.

» Par les points o, c, d, faisons passer une circonférence; appelons c_2 le point où elle coupe oa. L'angle coa est égal à l'angle cdc_2 et l'angle aod est égal à l'angle c_2cd. La relation (1) peut alors s'écrire

$$\frac{\tan cdc_2}{\tan c_2cd} = \frac{\tan cdv}{\tan vcd}.$$

» Il résulte de là que la droite vc_2 est perpendiculaire à G, c'est-à-dire que le point c_2 est un point d'intersection de la perpendiculaire vp et de la circonférence ocd. La droite oc_2 donne c_1 sur G_1. On aura de même l'autre foyer d_1 en employant le point d_2. Nous voyons déjà que *les foyers du pinceau* $[G_1]$ *sont* c_1 *et* d_1.

» Je vais montrer que $[G_1]$ est un pinceau de normales à la surface de l'onde $[m_1]$, transformée de l'ellipsoïde $[m]$. Portons pg égal à pv; on a

$$pd_2 \times pc_2 = pd \times pc = \overline{pv}^2 = \overline{pg}^2.$$

L'angle d_2gc_2 est alors droit, et, en construisant le triangle $d_1v_1c_1$ semblable au triangle d_2gc_2, on obtient un point v_1 sur la circonférence C_1 décrite sur c_1d_1 comme diamètre. Le point v_1, ainsi construit, est le point de rencontre de la droite auxiliaire p_1v_1 correspondant à pv et de la droite auxiliaire og qui correspond à vg; il est donc l'analogue du point v. Comme la circonférence C_1, qui contient c_1, d_1 et v_1, a son centre sur G_1, *le pinceau* $[G_1]$ *est un pinceau de normales.*

» De tout cela il résulte que c_1, d_1 *sont sur la normale* G_1 *les centres de courbure principaux de la surface de l'onde* $[m_1]$, *et que l'angle* c_2d_2g *est égal à l'angle que le grand axe de l'indicatrice de cette surface en* m_1 *fait avec le plan de la figure.*

» On voit que les éléments de courbure de $[m_1]$ se déterminent très-simplement au moyen de la circonférence ocd et de la droite vp.

» On a tout de suite aussi les deux théorèmes suivants, auxquels je suis déjà arrivé ailleurs [1] :

» *Dans le plan* (o, G), *la circonférence qui passe par les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde et par le centre* o *et la circonférence analogue pour la surface de l'onde sont tangentes entre elles au point* o.

» *Dans le plan* (o, G), *les droites, allant du centre* o *à l'un des centres de courbure principaux de l'ellipsoïde et à l'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde, comprennent entre elles un angle qui est complémentaire*

(1) *Bulletin de l'Association française* (Congrès de Nantes), 1875.

de l'angle que font entre elles les droites qui vont du point o aux autres centres de courbure de l'ellipsoïde et de la surface de l'onde.

» De la relation (1) résulte aussi ce théorème : *Dans le plan* (o, G), *la droite qui va du centre o à l'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde fait, avec les droites allant du même point o aux centres de courbure principaux de l'ellipsoïde, des angles dont les tangentes sont proportionnelles aux tangentes des angles que les plans des sections principales de l'ellipsoïde font avec le plan* (o, G).

» Voici encore un moyen d'arriver à construire les plans des sections principales de la surface de l'onde.

» La trace du plan de la section principale de l'ellipsoïde, qui contient le grand axe de l'indicatrice de cette surface en m, sur le plan mené par c_2d_2 perpendiculairement au plan (o,G), est une droite qui devient perpendiculaire à vd lorsque ce plan est rabattu sur le plan de la figure.

» De même, pour la surface de l'onde, on a une droite perpendiculaire à gd_2.

» Les plans des sections principales de la surface de l'onde et de l'ellipsoïde qui contiennent respectivement les grands axes des indicatrices de ces surfaces en m_1 et m se coupent suivant une droite, dont il est facile alors de construire la projection sur le plan de la figure. Au moyen de quelques triangles semblables, on démontre facilement que *les projections sur le plan* (o, G) *des droites d'intersection des plans des sections principales de l'ellipsoïde et de la surface de l'onde sont parallèles à* dd_2, cc_2 (1).

» De là résulte une construction très-simple des plans des sections principales de la surface de l'onde.

» Voici encore un théorème sur la surface de l'onde. Le point p, d'après sa construction, est le centre de courbure de la courbe de contour apparent de l'ellipsoïde projeté orthogonalement sur le plan mené par G perpendiculairement au plan (o, G). De même pour p_1 relativement à [m_1]. Comme p et p_1 sont sur un même diamètre, on peut dire : *Les centres de courbure des courbes de contour apparent de l'ellipsoïde et de la surface de l'onde, projetés respectivement sur les plans menés par* G *et* G_1 *perpendiculairement au plan* (o, G), *sont sur un même diamètre.*

» On peut reproduire, pour le transformé d'un pinceau dont les plans

(1) cc_2 et dd_2 sont également inclinées sur la bissectrice de l'angle (G, G_1) : il en est toujours ainsi pour deux dièdres droits, dont les arêtes se rencontrent à angle droit, lorsqu'on projette les droites d'intersection de leurs faces sur le plan de ces arêtes.

focaux font entre eux un angle quelconque, ce que je viens de dire pour le transformé d'un pinceau de normales. On arrive ainsi à la construction suivante : *A partir des foyers c, d du pinceau* [G], *on trace sur le plan* (o, G) *les droites cv, dv qui font avec* G *des angles γ, δ égaux aux angles que les plans focaux de* [G] *font avec le plan de la figure. Par les points o, c, d on fait passer une circonférence, et l'on prend ses points de rencontre c_2, d_2 avec la perpendiculaire vp abaissée de v sur* G. *Les droites oc_2, od_2 déterminent sur* G_1 *les foyers c_1, d_1 du pinceau* [G_1].

» *En portant pv en pg sur* G *et en joignant le point g à c_2 et d_2, on a des droites qui font avec c_2d_2 des angles γ_1, δ_1 égaux aux angles que les plans focaux de* [G_1] *font avec le plan de la figure.*

» Enfin, on voit facilement que $\operatorname{tang}\gamma \times \operatorname{tang}\delta = \operatorname{tang}\gamma_1 \times \operatorname{tang}\delta_1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'emploi des fonctions elliptiques dans la théorie du quadrilatère plan.* Note de M. **G. Darboux.**

« Dans une Communication précédente j'ai obtenu, en partant d'une identité due à Jacobi, un système de formules déterminant en fonction d'un paramètre arbitraire les angles variables d'un quadrilatère articulé. Je me propose aujourd'hui d'indiquer une méthode différente de la première et qui conduit à des formules beaucoup plus simples.

» Reprenons l'équation fondamentale

$$(1) \qquad ae^{i\omega_1} + be^{i\omega_2} + ce^{i\omega_3} + d = 0,$$

et, à la place des variables ω_1, ω_2, ω_3, introduisons les suivantes, φ_1, φ_2, φ_3, définies par les équations

$$\pi - \omega_1 = \varphi_2 + \varphi_3, \quad \pi - \omega_2 = \varphi_1 + \varphi_3, \quad \pi - \omega_3 = \varphi_1 + \varphi_2.$$

L'équation (1) se décomposera dans les deux suivantes :

$$\begin{aligned} a\cos(\varphi_2+\varphi_3) + b\cos(\varphi_1+\varphi_3) + c\cos(\varphi_1+\varphi_2) - d &= 0, \\ a\sin(\varphi_2+\varphi_3) + b\sin(\varphi_1+\varphi_3) + c\sin(\varphi_1+\varphi_2) \qquad &= 0, \end{aligned}$$

d'où l'on déduit, en éliminant successivement φ_1, φ_2, φ_3,

$$\begin{aligned} a^2+d^2-b^2-c^2 &= 2(ad+bc)\cos\varphi_2\cos\varphi_3 + 2(bc-ad)\sin\varphi_2\sin\varphi_3, \\ b^2+d^2-a^2-c^2 &= 2(bd+ac)\cos\varphi_1\cos\varphi_3 + 2(ac-bd)\sin\varphi_1\sin\varphi_3, \\ c^2+d^2-a^2-b^2 &= 2(cd+ab)\cos\varphi_1\cos\varphi_2 + 2(ab-cd)\sin\varphi_1\sin\varphi_2 \end{aligned}$$

» On reconnaît dans chacune de ces relations la forme générale de l'intégrale de l'équation d'Euler. On est ainsi conduit, par une méthode facile dont je néglige les détails, à la solution suivante.

» Posons

$$\begin{aligned} q_1 &= -a+b+c+d, & p_0 &= a+b+c+d,\\ q_2 &= a-b+c+d, & p_{12} = -p_{34} &= a+b-c-d,\\ q_3 &= a+b-c+d, & p_{13} = -p_{24} &= a+c-b-d,\\ q_4 &= a+b+c-d, & p_{14} = -p_{23} &= a+d-b-c. \end{aligned}$$

» Le module des fonctions elliptiques que nous allons introduire sera défini par l'une des équations

$$\frac{16abcd}{k^2} = q_1 q_2 q_3 q_4, \qquad \frac{16abcd\,k'^2}{k^2} = -p_0 p_{12} p_{13} p_{14}.$$

» Déterminons une constante μ_1 par les formules

$$\operatorname{sn}\mu_1 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{q_1 q_4}{bc}}, \quad \operatorname{cn}\mu_1 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{p_{12} p_{13}}{bc}}, \quad \operatorname{dn}\mu_1 = \sqrt{\frac{p_{12} p_{13}}{q_2 q_3}},$$

et des constantes μ_2, μ_3 par les équations qu'on déduit des précédentes en permutant circulairement les indices 1, 2, 3. Ces constantes sont telles que l'on ait

$$2\mu_1 + 2\mu_2 + 2\mu_3 = 0,$$

à des multiples près des périodes. On peut donc les supposer déterminées de telle manière que l'on ait exactement

$$\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 = 0.$$

» Alors, si l'on considère trois quantités variables u_1, u_2, u_3 assujetties à vérifier les équations

$$u_3 - u_2 = 2\varepsilon\mu_1, \quad u_1 - u_3 = 2\varepsilon\mu_2, \quad u_2 - u_1 = 2\varepsilon\mu_3,$$

ε désignant ± 1, on aura

$$\begin{aligned} \pi - \omega_1 &= \operatorname{am} u_2 + \operatorname{am} u_3,\\ \pi - \omega_2 &= \operatorname{am} u_1 + \operatorname{am} u_3,\\ \pi - \omega_3 &= \operatorname{am} u_1 + \operatorname{am} u_2. \end{aligned}$$

Si l'on prend $\varepsilon = +1$, et que l'on pose

$$u_3 + u_2 = 2\theta_1, \quad u_1 + u_3 = 2\theta_2, \quad u_1 + u_2 = 2\theta_3,$$

θ_1, θ_2, θ_3 seront des quantités variables satisfaisant aux équations

$$\theta_2 - \theta_3 = \mu_1, \quad \theta_3 - \theta_1 = \mu_2, \quad \theta_1 - \theta_2 = \mu_3,$$

et l'on aura pour les angles les expressions extrêmement simples

$$\cot\frac{\omega_1}{2} = \frac{\operatorname{sn}\theta_1 \operatorname{dn}\mu_1}{\operatorname{cn}\theta_1}, \quad \operatorname{tang}\frac{\omega_2 - \omega_3}{2} = \frac{\operatorname{sn}\mu_1 \operatorname{dn}\theta_1}{\operatorname{cn}\mu_1},$$
$$\cot\frac{\omega_2}{2} = \frac{\operatorname{sn}\theta_2 \operatorname{dn}\mu_2}{\operatorname{cn}\theta_2}, \quad \operatorname{tang}\frac{\omega_3 - \omega_1}{2} = \frac{\operatorname{sn}\mu_2 \operatorname{dn}\theta_2}{\operatorname{cn}\mu_2},$$
$$\cot\frac{\omega_3}{2} = \frac{\operatorname{sn}\theta_3 \operatorname{dn}\mu_3}{\operatorname{cn}\theta_3}, \quad \operatorname{tang}\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \frac{\operatorname{sn}\mu_3 \operatorname{dn}\theta_3}{\operatorname{cn}\mu_3}.$$

» J'indiquerai, en terminant, un théorème assez élégant que j'ai obtenu comme conséquence des recherches précédentes.

» Étant donné un quadrilatère (a, b, c, d), désignons par (a, b) la diagonale qui joint le point de concours des côtés a, d au point de concours des côtés b, c. Soit Q une position du quadrilatère. Si l'on fait tourner le triangle formé des côtés a, b de 180 degrés autour de la diagonale (a, b), on obtiendra une position nouvelle Q_1 du quadrilatère. Les deux quadrilatères Q, Q_1 auront une même diagonale (a, b). Faisons tourner maintenant le triangle formé des deux côtés a, d de Q_1 de 180 degrés autour de la diagonale (a, d); nous obtiendrons une troisième position Q_2, et, en continuant ainsi, nous formerons une suite illimitée de quadrilatères

$$Q, Q_1, Q_2, \ldots, Q_p,$$

telle que deux quadrilatères consécutifs aient une diagonale de même grandeur. Cela posé, il ne peut se présenter que deux cas : *ou bien la suite précédente comprendra un nombre illimité de formes distinctes du quadrilatère, et alors la même propriété subsistera quand on prendra pour point de départ toute autre forme de* Q; *ou bien la suite contiendra un nombre limité de formes distinctes, et, quelle que soit la forme initiale de* Q, *ce nombre sera toujours limité et toujours le même dans chaque suite.*

» Si l'on considère, par exemple, le quadrilatère pour lequel on a

$$a^2 + c^2 = b^2 + d^2$$

et dont les diagonales sont rectangulaires, on obtiendra seulement quatre formes réellement distinctes.

» Le théorème précédent a quelque intérêt, parce qu'il permet de reconnaître comment on peut rattacher à la théorie précédente le quadrilatère à diagonales rectangulaires, qui se rencontre si souvent dans l'étude des systèmes articulés. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Théorèmes d'Analyse indéterminée.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Les nouveaux théorèmes renfermés dans cette Note sont la suite de ceux que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 12 janvier 1874 (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 144). Comme eux, ils établissent l'existence de cas fort nombreux où l'équation $aX^4 + bY^4 = Z^2$ est impossible en nombres rationnels, tandis que l'équation quadratique correspondante $ax^2 + by^2 = z^2$ admet une infinité de solutions en nombres entiers; comme eux, ils se rapportent à des cas où, aucun des deux nombres a, b n'étant égal à un carré, la méthode de Fermat cesse d'être applicable.

» I. Si p désigne l'un des nombres premiers 5, 37, 73, 113, 337, 349, 353, 361, ..., représentés par la forme $5m^2 + 4mn + 9n^2$, l'équation

$$px^4 - 41y^4 = z^2$$

est impossible en nombres rationnels.

» II. On ne peut résoudre en nombres rationnels aucune des équations

$$\begin{array}{ll} 7x^4 - 62y^4 = z^2, & 41x^4 - 62y^4 = z^2, \\ 47x^4 - 62y^4 = z^2, & 97x^4 - 62y^4 = z^2, \\ 113x^4 - 62y^4 = z^2, & 191x^4 - 62y^4 = z^2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \end{array}$$

comprises dans la formule

$$px^4 - 62y^4 = z^2,$$

où p désigne l'un quelconque des nombres premiers représentés par la forme

$$p = 9m^2 + 2mn + 7n^2.$$

» III. Il est impossible de résoudre en nombres rationnels l'équation

$$px^4 - 68y^4 = z^2$$

lorsque p désigne un nombre premier, représenté par la forme (8, 2, 9), tel que 13, 89, 113, 137, 257, 273, 389, ...

» IV. La même impossibilité se présente pour l'équation

$$px^4 - 111y^4 = z^2$$

quand p est un nombre premier, de la forme quadratique

$$7m^2 + 2mn + 16n^2,$$

tel que 7, 67, 73, 139, 181, ...

» V. Il en est de même pour l'équation

$$px^4 - 113y^4 = z^2$$

tant que p désigne un nombre premier, représenté par la forme

$$9m^2 + 4mn + 13n^2,$$

tel que 13, 41, 53, 109, 157, 173, ...

» VI. Il est également impossible de résoudre en nombres rationnels l'équation

$$px^4 - 128y^4 = z^2$$

lorsque p est un nombre premier, de la forme $9m^2 + 8mn + 16n^2$, tel que 17, 73, 89, 97, 193, 233, 281, ...

» Pour abréger, nous réunirons sous un énoncé commun les autres théorèmes.

» Aucune des équations renfermées dans la formule

$$px^4 - qy^4 = z^2,$$

où p désigne un nombre premier, n'est résoluble en nombres rationnels quand les valeurs des nombres p et q présentent l'une des combinaisons suivantes :

VII. $q = 137$ et $p = 9m^2 + 8mn + 17n^2 = 17, 37, 61, 101, 193, 197, 313, \ldots;$

VIII. $q = 158$ et $p = 9m^2 + 4mn + 18n^2 = 23, 31, 73, 89, 223, 263, \ldots;$

IX. $q = 178$ et $p = 11m^2 + 6mn + 17n^2 = 11, 17, 67, 73, 131, 233, \ldots;$

X. $q = 183$ et $p = 13m^2 + 10mn + 16n^2 = 13, 19, 97, 103, 163, 229, \ldots;$

XI. $q = 196$ et $p = 8m^2 + 4mn + 25n^2 = 29, 37, 109, 137, 233, 281, \ldots;$
XII. $q = 226$ et $p = 11m^2 + 8mn + 22n^2 = 11, 41, 83, 97, 139, 257, 317, 331, \ldots;$
XIII. $q = 256$ et $p = 16m^2 + 8mn + 17n^2 = 17, 41, 97, 137, 193, 241, 401, 457, \ldots;$
XIV. $q = 289$ et $p = 13m^2 + 12mn + 25n^2 = 13, 53, 89, 101, 281, 349, 421, 461, 577, \ldots;$
XV. $q = 292$ et $p = 8m^2 + 4mn + 37n^2 = 37, 41, 61, 149, 181, 257, 349, 353, \ldots;$
XVI. $q = 295$ et $p = 16m^2 + 6mn + 19n^2 = 19, 29, 41, 71, 181, 199, 251, 271, \ldots;$
XVII. $q = 313$ et $p = 13m^2 + 10mn + 26n^2 = 13, 29, 97, 113, 137, 173, 281, 289, \ldots$ »

MÉCANIQUE. — *Expériences sur la résistance opposée par l'air au mouvement d'une surface.* Mémoire de M. SAINT-LOUP. (Extrait.)

« On s'est proposé de déterminer expérimentalement la résistance opposée par l'air au mouvement d'une surface plane faisant un angle donné avec la direction du mouvement. La difficulté de donner à la surface un mouvement de translation rectiligne de vitesse constante pendant un temps suffisant pour que les conditions de résistance restent les mêmes a conduit à faire décrire à la surface en expérience un cercle de rayon assez grand pour que les effets du mouvement de rotation fussent sensiblement annulés.

» L'appareil se compose d'un arbre vertical reposant sur une crapaudine scellée dans un dé en pierre reposant sur le sol. Cet arbre, dont la longueur est d'environ $2^m,50$, est guidé vers sa partie supérieure dans un collet fixé au poutrage du laboratoire. Au-dessus du collet est calée une roue d'angle commandée par un pignon fixé à un arbre de transmission horizontal, actionné par une machine à vapeur à l'aide d'une courroie qui relie une poulie calée sur cet arbre à la poulie que porte l'arbre mis en mouvement par le piston de la machine. L'arbre vertical porte, à environ 2 mètres au dessus du sol, une traverse horizontale de $2^m,80$ de rayon, calée sur cet arbre auquel elle est reliée de façon à assurer la rigidité de l'arbre dans le mouvement de rotation. Vers l'extrémité de cette traverse et au delà est disposée sur un support spécial la lame qui, mise en mouvement par la rotation de l'arbre, éprouvera la résistance de la part de l'air.

» Pour mesurer la résistance éprouvée, on a adopté la disposition suivante : une tige de fer plat, mobile autour de l'arbre vertical, est soutenue en divers points par des fils de fer destinés à empêcher sa flexion. Ces fils sont réunis à un collet, mobile aussi autour de l'arbre vertical. Cet ensemble constitue le support de la lame qui est fixée à l'extrémité de la tige

de fer plat et à une distance de l'axe vertical égale à 3 mètres. A une distance de $2^m,70$ du même axe, on a fixé à la tige de fer une cordelette qui vient passer sur une poulie à axe vertical que porte la traverse à cette même distance de $2^m,70$. Cette cordelette, suivant la traverse, se divise en deux brins parallèles qui, par l'intermédiaire de deux petites poulies de renvoi, descendent le long de l'arbre vertical dans un plan diamétral, et sont fixées par leurs extrémités à un collet mobile le long de l'arbre vertical, dans sa partie inférieure, mais entraîné dans son mouvement de rotation. Ce collet porte une couronne, qui est, par conséquent, soulevée quand, la lame éprouvant de la part de l'air une résistance, cette pression se transmet par les cordons fixés au porte-lame.

» Pour mesurer cette résistance, un levier, dont le support est fixé au dé en pierre, porte une fourchette qui embrasse l'arbre au-dessus de la couronne; chacune des branches de la fourchette porte un galet qui roule sur la couronne. Le levier est donc soulevé lorsque la couronne s'élève; un poids mobile permet de rétablir l'équilibre. Le poids de la couronne est d'ailleurs équilibré par un ressort, afin d'être sans action sur le levier.

» On mesurait la vitesse de rotation à l'aide d'un compteur à secondes quand l'équilibre était permanent.

» Les variations de vitesse étaient obtenues à l'aide du robinet d'admission de la vapeur dans le cylindre. Dans les expériences, cette vitesse a varié de huit à dix-neuf tours par seconde. Elle était rendue sensiblement constante à l'aide des masses mises en mouvement et dont on avait augmenté l'efficacité par des masses additionnelles fixées à la traverse vers ses extrémités. La discussion des expériences a fait voir que l'observation des résistances pour de faibles vitesses ne semblait pas indispensable. La puissance de la machine et diverses imperfections d'ajustage ne permettaient pas d'obtenir sans danger des vitesses dépassant sensiblement 40 mètres par seconde, bien que la surface en expérience fût petite (2 décimètres carrés).

» Les données expérimentales devaient recevoir diverses corrections avant d'être considérées comme mesurant la résistance éprouvée par la lame. Le poids nécessaire pour équilibrer le levier dépendait en effet non-seulement de cette résistance, mais de diverses résistances passives, et en particulier de la résistance opposée par le porte-lame. Les résistances éprouvées dans la transmission de la pression à l'état de repos constituaient une cause d'erreur : c'était une constante dont l'action était insensible à la mesure, et qu'il fallait par conséquent ajouter au résultat de l'observation. Une expérience préliminaire faite à vide déterminait pour chaque vitesse la

correction à faire pour l'affranchir de la résistance du porte-lame. Le point d'attache de la cordelette n'étant pas au centre de la lame, une correction était nécessaire pour avoir la pression exercée au centre de la lame.

» L'expérience a montré que, pour déterminer le mouvement initial du levier, il fallait exercer au centre de la lame une pression de 260 grammes, retrancher la résistance R de la charpente et, d'après les dispositions admises, prendre les neuf dixièmes de cette différence.

» Pour connaître la liaison qui existe entre les données de l'observation et la force qui les détermine, il suffit de considérer les actions qui s'exercent sur le levier de mesure.

» Soit O le point fixe du levier. Le levier est soumis en C, par l'intermédiaire de la couronne, à la tension T de la cordelette et à l'action σ du ressort qui soutient la couronne; ce levier porte à son extrémité B un contrepoids constant ϖ et en un point variable M un poids X, distant de $AM = x$ de l'origine A des divisions. Pour l'équilibre, on a

$$X(x + OA) = \varpi . OB + \sigma . OC + T . OC.$$

» Soit p le poids qui, placé en A, fait équilibre au levier quand $T = 0$:

$$p . OA = \varpi . OB + \sigma . OC,$$

d'où

$$X(x + OA) = p . OA + T . OC.$$

A est arbitraire; prenons $OA = 2 OC$ et $OC = 0^m,05$:

$$T = 2\left(X - p + \frac{Xx}{10}\right),$$

X et p en grammes, x en centimètres, $p = 50$. Ajoutons au second membre 260, correction due aux résistances,

$$T = 160 + 2X\left(1 + \frac{x}{10}\right).$$

» Les divisions du levier embrassaient $0^m,36$, et l'on a dû prendre pour X des poids de 50, 100, 150, 200, 250 et 300 grammes.

» En retranchant R, on avait la résistance P due à la vitesse seule :

$$P = \frac{9}{10}(T - R).$$

» Le Tableau des valeurs de R que l'on doit retrancher de T a été calculé par la formule $R = 20n + 0,7n^2$, qui représente la fonction R d'après les données de l'observation ; n, nombre de tours en dix secondes.

» La surface plane employée était un rectangle large de $0^m,10$ et haut de $0^m,20$; la petite dimension était dirigée horizontalement suivant un rayon du cercle décrit. La connaissance des valeurs de P correspondant aux valeurs de n permet de tracer une courbe représentant la fonction P. Le tracé effectué d'après quatre séries d'expériences a donné une courbe des valeurs de T. On en a déduit un Tableau des valeurs de P et l'expression simple $P = 2n(11 + 2n)$.

» Le centre du rectangle décrivant un cercle de 3 mètres de rayon, on a, pour la vitesse linéaire V,

$$V = 2\pi . 3 \frac{n}{10},$$

d'où

$$n = 0,5305 V.$$

Si l'on divise P par 2 pour avoir la pression par décimètre carré, on a

$$P = 5,835 V + 0,5628 V^2.$$

» Des expériences faites avec des lames inclinées à l'horizon ont conduit à la valeur de la résistance

$$P_\varphi = 0,1768(4^{\sin\varphi} - 1) V(11 + 1,061 V).$$

P_φ représente la résistance éprouvée par une surface plane de 1 décimètre carré, faisant un angle φ avec sa trajectoire. »

ÉLECTRICITÉ. — *De la dilatation électrique des armatures des bouteilles de Leyde.* Note de M. **Duter**, présentée par M. Jamin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats numériques des expériences que j'ai effectuées sur le changement de volume de la lame isolante de la bouteille de Leyde.

» Pour obtenir des résultats dont l'interprétation soit simple, j'ai fait construire, par M. Alvergniat, deux ballons de verre terminés par deux tubes gradués; leurs rayons sont égaux respectivement à $43^{mm},15$ et à $43^{mm},09$, c'est-à-dire identiques; les épaisseurs sont différentes, $0^{mm},5$ pour le premier ballon que je nommerai A, et $0^{mm},8$ pour le second que je nommerai B; chaque division des tubes gradués qui servent à mesurer les changements de volume a une capacité de $0^{mmc},250$.

» Cela posé, les ballons sont remplis d'eau, revêtus d'étain à l'extérieur,

et les bouteilles de Leyde ainsi formées sont électrisées. On observe alors les changements de volume correspondants à des différences de potentiel des armatures, mesurées par la distance explosive de l'étincelle qui peut éclater entre ces deux armatures. L'expérience se fait très-facilement au moyen d'un micromètre à boules; on trouve ainsi que dans une même bouteille les accroissements de volume sont proportionnels aux carrés des différences de potentiel des armatures, et que, dans deux bouteilles qui ne diffèrent que par l'épaisseur, ces mêmes accroissements varient en raison inverse de la simple épaisseur, c'est-à-dire qu'ils sont proportionnels à l'énergie électrique de la bouteille. Je donne ici les résultats comparatifs du calcul et de l'expérience relatifs aux bouteilles A et B; *h* est la variation de volume exprimée en nombre de divisions des tubes mesureurs, et *d* est la distance explosive de l'étincelle entre les deux armatures :

	h.			
	Bouteille A.		Bouteille B.	
d.	Mesuré.	Calculé.	Mesuré.	Calculé.
4............	1,00	0,98	»	»
5............	1,50	1,50	0,90	0,93
6............	2,20	2,16	1,40	1,35
7............	3,00	2,94	1,80	1,83
8............	3,80	3,84	2,40	2,40
9............	5,00	4,86	3,00	3,03
10............	6,00	6,00	3,75	3,75
11............	7,25	7,28	4,50	4,53
12............	8,60	8,64	5,40	5,40
13............	10,00	10,14	6,25	6,33
14............	»	11,76	7,30	7,35
15............	»	13,50	8,50	8,43

» La loi énoncée se vérifie donc avec beaucoup d'exactitude et se traduit par l'équation

$$u = \frac{KV^2}{e},$$

où u est l'accroissement de volume de la bouteille, e son épaisseur, V la différence de potentiel de ses armatures et K un coefficient caractéristique de l'appareil.

» Si les changements de volume observés étaient dus à la pression électrique, ils ne seraient pas en raison inverse de e, mais bien en raison inverse de e^2; il est d'ailleurs facile de calculer l'effet de la pression électrique qui s'exerce sur les deux faces des bouteilles sphériques.

» Opérons, par exemple, avec une distance explosive de $0^m,010$, qui correspond à un potentiel 165; on trouve que la pression électrique est, pour la bouteille A, de $4^{gr},321$ par millimètre carré, c'est-à-dire de $432^{gr},1$ par centimètre carré, ou bien, en atmosphères, de $0^{atm},418$. Si l'on applique cette pression aux deux faces de la bouteille A, dont le pouvoir diélectrique est 1,76 et le coefficient de compressibilité $\frac{11}{100000000}$, on trouve que sa capacité intérieure s'accroît des $\frac{290}{1000}$ d'un millimètre cube, quantité bien plus petite que celle qui est fournie par l'observation. Ainsi, la pression électrique n'est pas la cause du phénomène, et l'on se trouve en présence d'une propriété nouvelle de l'électricité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dilatation du verre des condensateurs pendant la charge.* Note de M. **Righi**, présentée par M. Jamin. (Extrait.)

« 1. L'expérience de M. Duter démontre que, dans un condensateur à armatures liquides, en communication avec des tubes capillaires, les niveaux varient en le chargeant, comme si le volume extérieur et la capacité intérieure du verre augmentaient. M. Govi, quelques années auparavant, avait montré le même phénomène relativement à l'armature intérieure. Mais, bien avant ces deux physiciens, on savait que, pendant la charge, la capacité intérieure d'une bouteille de Leyde semble s'accroître. En effet, dans une Lettre écrite le 27 janvier 1776 par Volta au professeur Landriani [1], le grand physicien parle d'une expérience faite par un autre naturaliste, l'abbé Fontana, qui montre ce phénomène, et il cherche à l'expliquer par la compression du verre due à l'attraction des charges contraires de ses deux surfaces.

» 2. J'admets, avec M. Duter, qu'aucune des causes possibles dont il parle ne peut produire le phénomène. Dans un Mémoire que je publie sur ce sujet, je démontre avant tout qu'il est dû à une vraie dilatation du verre. Je décrirai ici la meilleure de mes méthodes expérimentales.

» J'emploie un long tube de verre armé soit par des armatures liquides (en l'enveloppant d'un autre tube plus large), soit par des feuilles d'étain. Il est fixé verticalement par son extrémité supérieure dans un fort support en bois attaché au mur, pendant que son extrémité inférieure, qui est libre, agit sur un petit ressort dont l'un des bouts est fixe et l'autre porte un petit miroir. Si le tube vient à s'allonger, le miroir se déplace, et l'on

---

(1) *Lettere inedite di Alessandro Volta*, Livre imprimé à Pesaro en 1834. Voir p. 15 et suiv.

mesure ce déplacement et par suite l'allongement du tube en observant avec une lunette l'image d'une mire éloignée.

» En expérimentant avec cet appareil et en chargeant les armatures du tube, en communication avec les boules d'un micromètre à étincelles, avec une machine de Holtz, j'ai obtenu les résultats suivants.

» L'allongement du tube ne disparaît pas complétement au moment de la décharge, et, selon qu'on charge le tube lentement ou très-vite, l'allongement *persistant* est plus ou moins grand. Mais la diminution de longueur au moment de la décharge ne dépend que de la longueur, de l'épaisseur du verre et de la charge. Il y a donc lieu de distinguer une *dilatation instantanée,* qui est indépendante des conditions de la charge, et une *dilatation persistante,* qui est variable. Cette dernière n'a pas été observée jusqu'ici. On verra qu'elle est due à de la chaleur développée dans le verre, et l'on comprend que cette chaleur devait disparaître très-vite avec des bouteilles très-minces et pleines d'eau.

» 3. En mettant les armatures en communication avec mon électromètre à réflexion (qui mesure les différences de potentiel au moment de la décharge) (¹) et en mesurant les déplacements de l'échelle *au moment de la décharge,* j'ai vérifié que *l'allongement instantané est proportionnel au carré de la différence de potentiel des armatures.* En montant dans l'appareil un tube composé de deux parties de même longueur et d'épaisseurs de verre différentes, que l'on chargeait tour à tour, j'ai vérifié aussi que *cet allongement est inversement proportionnel à l'épaisseur du verre.*

» J'ai trouvé qu'un tube de verre de 1 mètre de longueur, 1 millimètre d'épaisseur, s'allonge environ de $\frac{1}{500}$ de millimètre en le chargeant avec la différence de potentiel qui correspond à une étincelle de 10 millimètres entre des boules en laiton de 15 millimètres de diamètre. Ce résultat est plus notable que celui de M. Duter. Le même tube s'allongerait quatre fois autant en le chauffant de 1 degré.

» 4. Lorsqu'on charge le tube il y a : 1° polarisation du verre; 2° pénétration de l'électricité des armatures au verre; 3° production de chaleur. Dans quelle mesure ces phénomènes pourront-ils produire la dilatation du verre ?

» 5. La polarisation doit produire une dilatation dans le verre; mais il faut bien s'entendre sur la polarisation. J'admets avec Avogadro, et d'accord avec les expériences de M. Felici, qu'elle se forme et disparaît instantané-

(¹) Voir le *Nuovo Cimento,* 2ᵉ série, t. XVI, p. 89.

ment comme si les molécules étaient des petits conducteurs. J'admets aussi, avec la plupart des physiciens, que l'électricité peut passer d'un conducteur à un corps isolant en contact, ou *vice versa*.

» Entre deux molécules polarisées situées dans une même surface de niveau, il doit y avoir une répulsion comme entre des aimants parallèles orientés. Probablement aussi il y aura attraction entre deux molécules situées dans une même ligne de force. Cela devra produire l'allongement de mes tubes et l'augmentation de volume des expériences de Fontana, Govi et Duter, et probablement une diminution d'épaisseur du verre, que l'on n'a pas encore observée.

» Dans mon Mémoire, je démontre que la dilatation produite par la polarisation doit être proportionnelle au carré de la différence de potentiel. Par des expériences très-simples, je démontre que, si deux corps isolants (dont l'un mobile) sont unis entre deux plateaux métalliques parallèles et chargés contrairement, il y a attraction quand les corps isolants (qui sont des parallélépipèdes) sont sur une même surface de niveau, et attraction quand ils sont sur des surfaces de niveau différentes et presque sur une même ligne de force. La *dilatation instantanée* peut donc être produite par la polarisation.

» 6. L'électricité qui passe dans le verre, en chargeant de même nom les molécules d'une même face du verre, doit aussi produire une dilatation; mais il me semble que l'effet doit être très-petit, vu la faible épaisseur de verre qui se trouve chargée. L'électricité qui après la décharge reste dans ces deux faces et devient la cause des *décharges résiduelles* et des phénomènes de l'électrophore ([1]) ne peut non plus produire la *dilatation persistante*. En effet, j'ai trouvé la même dilatation persistante après un certain nombre de charges et décharges du verre, soit avec des charges toujours en même sens, soit avec des charges alternativement de sens contraires.

» 7. La dilatation persistante est donc due à de la chaleur développée soit par la transmission de l'électricité entre les armatures et le verre, soit aussi par la polarisation et la dépolarisation. En faisant communiquer les armatures du tube avec les extrémités du fil induit d'une bobine d'induction en action, on observe un allongement continu qui, en éloignant la bobine, disparaît très-lentement. C'est évidemment de la chaleur.

» 8. *Conclusions*. — 1° Le phénomène de Fontana, Govi et Duter est dû à la dilatation transversale du verre; 2° il faut distinguer la *dilatation*

([1]) Voir le *Nuovo Cimento*, 2e série, t. XV, p. 11 et suivantes.

instantanée, due principalement à la polarisation du verre, de la *dilatation persistante* qu'on n'avait pas encore observée, et qui est due à un développement de chaleur; 3° il est probable qu'en même temps la polarisation et peut-être aussi, comme disait Volta, l'attraction entre les armatures produisent dans le verre une diminution d'épaisseur.

» Je terminerai en faisant observer que le curieux phénomène de Varley, dit *du condensateur chantant*, peut s'expliquer par les dilatations instantanées à chaque charge et décharge. Du moins cette dilatation est une des causes de ce phénomène, car, ayant mis en communication un de mes tubes à armatures de mercure avec le fil induit d'une bobine dont le circuit inducteur était périodiquement interrompu par un diapason, le tube a reproduit le son, par des vibrations longitudinales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la suspension des nuages et de leur élévation dans l'atmosphère.* Note de M. **Oltramare.**

« Nous avons admis (*Comptes rendus*, séance du 21 avril 1879) que les nuées pouvaient, par le fait de la vaporisation, acquérir une forte tension électrique et en même temps une très-grande densité; comme il nous est impossible de supposer que ces nuages peuvent se soutenir dans les airs par le fait de leur légèreté, il nous faut chercher quelle est la force capable de résister à leur poids, de manière à les maintenir et même à les élever dans l'atmosphère.

» Les observations météorologiques établissent que l'électricité positive de l'atmosphère va en augmentant à mesure qu'on s'élève et que, par suite, les régions supérieures sont beaucoup plus fortement chargées d'électricité que les parties qui avoisinent la Terre. Cette conclusion ne nous paraît pas devoir être acceptée sans restriction : nous pensons qu'effectivement l'électricité positive doit aller en augmentant jusqu'à une certaine limite, mais que, cette limite atteinte, elle doit s'affaiblir continuellement jusqu'aux régions les plus éloignées du sol terrestre.

» Cependant, comme nous n'avons nullement besoin de cette considération pour la solution du problème que nous nous sommes proposé, nous admettrons simplement que les couches atmosphériques possèdent une électricité positive donnée par une fonction arbitraire de la hauteur, fonction que nous supposerons la même pour les différents points de la Terre. Si nous considérons une sphère dont la surface a été électrisée et dans son intérieur

un point matériel également chargé d'une électricité de même nom ou de nom contraire, l'action de l'enveloppe électrique sur ce point sera sans effet, la résultante de toutes les répulsions ou attractions étant nulle. Si, au contraire, le point est situé à l'extérieur, il y aura répulsion ou attraction selon que les deux électricités seront de même nom ou de noms contraires; la résultante sera d'autant plus grande que les corps seront plus fortement électrisés.

» Cela posé, supposons, pour plus de simplicité, que la Terre est sphérique et concevons une suite considérable de sphères concentriques à la Terre qui, partant de sa surface, atteignent les plus hautes régions; nous pourrons admettre que chacune de ces sphères est chargée de toute l'électricité qui répond à la portion de l'atmosphère que comprennent deux sphères successives; la quantité d'électricité dont chaque sphère sera chargée variera d'après la loi qui aura été adoptée quant à la distribution de cet agent en fonction de la hauteur; de plus, nous supposerons cette électricité libre, de manière qu'elle puisse se répartir également sur tous les points.

» Pour calculer l'action de l'électricité atmosphérique sur une masse nuageuse positive, nous ferons passer par l'une de ses molécules une sphère concentrique à la Terre, de manière à diviser l'atmosphère en deux couches, une couche supérieure s'étendant jusqu'à ses limites extrêmes et une couche inférieure s'étendant jusqu'au sol. Cette molécule étant, par rapport aux sphères de la couche supérieure, placée à l'intérieur, l'action électrique de toute cette partie de l'atmosphère sera nulle; mais, d'un autre côté, cette même molécule étant, par rapport aux sphères de la couche inférieure, située à l'extérieur, l'action électrique de toute la partie de l'atmosphère qui s'y rapporte tendra à soulever la molécule par répulsion.

» Ce que nous venons de dire pour une molécule peut s'étendre non-seulement à toutes les molécules du nuage, mais encore au nuage dans son ensemble, à cause de son enveloppe électrique, et la résultante de toutes ces forces sera la puissance capable de soutenir et d'élever le nuage, quelles que soient sa grandeur et sa densité.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'essai que nous venons de faire pour nous rendre compte de la suspension et de l'élévation des nuages ne peut être admis que pour des nuages positifs formés dans l'air atmosphérique ou à la surface des mers; si l'on considérait l'élévation d'un nuage négatif formé à la surface de la Terre, nous pourrions, d'une manière analogue, en donner la raison. En effet, si nous admettons qu'un nuage soit formé à la surface de la Terre, il est manifeste que l'électricité positive de

l'atmosphère n'aura aucune influence sur lui, puisqu'il est situé dans l'intérieur des sphères qui renferment cette électricité ; mais alors il se soutiendra et s'élèvera, repoussé par l'électricité de la Terre, qui est dans un état négatif.

» Nous ferons remarquer que, dans la solution que nous proposons, le point important repose sur l'idée que chaque molécule d'un nuage est chargée d'électricité, ainsi que nous l'avons admis dans notre Note sur la grêle, et il ne faudrait pas s'imaginer que l'électricité libre de l'enveloppe extérieure d'un nuage puisse suffire à contrebalancer son poids; il existe des nuées dans lesquelles elle a une très-faible tension ; elle peut disparaître subitement par le fait d'une décharge électrique, ce qui produirait immédiatement la chute du nuage, une véritable inondation. »

CHIMIE. — *Sur les sulfhydrates basiques d'ammoniaque.*
Note de M. L. Troost.

« J'ai obtenu, il y a déjà plus d'un an, diverses combinaisons de l'acide sulfhydrique avec l'ammoniaque. L'une se présente à zéro en cristaux qui paraissent être orthorhombiques; ils agissent énergiquement sur la lumière polarisée. Les cristaux connus de bisulfhydrate n'ont sur la lumière polarisée qu'une action nulle ou insensible. Une seconde est solide à — 8°, mais susceptible de rester en surfusion jusqu'aux environs de — 25°. La troisième n'a pu être solidifiée à — 55°.

» Si je n'ai pas encore publié le détail de leurs propriétés et de leurs tensions de dissociation, c'est que leur séparation complète et la détermination de ces tensions présentent des difficultés spéciales qui tiennent, entre autres, à la grande volatilité du bisulfhydrate d'ammoniaque, dont la tension de vapeur est déjà voisine de 100 millimètres à zéro.

» J'ai dû déterminer la tension maximum de vapeur de ce dernier composé aux différentes températures pour en tenir compte dans la tension observée de la dissociation des nouveaux sulfhydrates.

» Les résultats numériques étant nécessairement plus complexes pour ces sulfhydrates que pour les chlorhydrates ammoniacaux, j'ai préféré commencer par ces derniers (séance du 17 mars 1879) la publication des composés basiques que j'ai obtenus en grand nombre. Je présenterai prochainement la suite de mes recherches sur ces produits. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau sulfate de manganèse naturel (mallardite) et une nouvelle variété de sulfate de fer (luckite).* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Ayant eu récemment occasion d'examiner, au Bureau d'essai de l'École des Mines, divers échantillons rapportés par M. Chaper d'une visite aux mines d'or et d'argent de l'Utah (États-Unis), j'ai remarqué sur deux d'entre eux de nombreux fragments cristallins, qu'il m'a paru intéressant d'étudier. J'ai reconnu qu'ils appartenaient à deux espèces ou variétés minérales qui n'avaient pas encore été décrites : l'une est un sulfate hydraté de manganèse, l'autre un sulfate hydraté de protoxydes de fer et de manganèse. La première se trouve dans une gangue grisâtre, principalement argileuse, avec sable quartzeux et barytine; la gangue de la seconde est de nature analogue, mais noircie par des substances bitumineuses.

» D'après les renseignements communiqués par M. Chaper, les deux échantillons proviennent de la mine d'argent de Lucky-Boy, située au sud du Lac-Salé, près du Butterfield Cañon. Ils ont été pris au hasard par des ouvriers sur de grands tas de matières semblables, qu'on jette au déblai, comme renfermant du sulfate de soude et n'ayant pas d'emploi. Mais, si ces matières sont en effet très-abondantes, on pourrait, connaissant leur véritable nature, en retirer par lessivage et évaporation des sulfates de manganèse et de fer, qu'il serait possible d'utiliser dans l'industrie.

» Le sulfate de manganèse est en petites masses cristallines, formées de fibres parallèles, qui sont soudées ensemble, transparentes et incolores dans leur état primitif, mais s'effleurissant rapidement à l'air et devenant alors blanches, opaques et en quelque sorte farineuses. Le minéral est facilement soluble dans l'eau ; sa solution donne avec les sels de baryte un précipité blanc, avec le sulfhydrate d'ammoniaque un précipité tantôt franchement rosé, tantôt grisâtre, suivant que le fragment essayé se trouve complétement exempt de sulfate de fer ou en contient un peu. Chauffé dans le tube, il dégage de l'eau et forme une masse boursouflée blanche; à température plus élevée, on obtient des vapeurs d'acide sulfurique et un résidu brun, qui, fondu avec le borax ou bien avec le nitre et le carbonate de soude, donne soit la perle améthyste, soit la masse verte de caméléon minéral, qui caractérisent le manganèse.

» L'analyse de fragments choisis, bien exempts de parties terreuses ou effleuries, m'a donné :

		Oxygène.	
Résidu insoluble dans l'eau...	1,6		
Acide sulfurique...........	29,0	17,40	= 5,80 × 3
Protoxyde de manganèse....	23,6	5,31	
Magnésie.................	0,6	0,24	= 5,75 × 1
Chaux....................	0,7	0,20	
Eau (différence)...........	44,5	39,55	= 5,65 × 7
	100,0		

» Les rapports des quantités d'oxygène conduisent exactement à la formule du sulfate de manganèse à 7 équivalents d'eau

$$SO^3MnO + 7HO.$$

» On connaissait déjà quelques minéraux renfermant du sulfate de manganèse, mais soit avec un seul équivalent d'eau (szmikite), soit avec du sulfate de magnésie (fausérite) ou du sulfate d'alumine (apjohnite, dietrichite). Le nouveau minéral se distingue donc nettement par sa composition chimique des espèces précédemment connues.

» Il est d'ailleurs également caractérisé par son aspect extérieur, sa texture fibreuse et sa forme cristalline, que l'on peut reconnaître avec l'aide du microscope polarisant. Observant en effet entre les nicols croisés des fibres isolées du minéral, fibres qui sont prismatiques et aplaties suivant la face g^1, M. Mallard a trouvé qu'elles s'éteignent quand leur direction fait avec la section principale des nicols un angle de 43 degrés environ. Le minéral est donc cristallisé dans un système oblique, sans doute le système clinorhombique, qui est celui des cristaux artificiels à 7 équivalents d'eau des sulfates de la série magnésienne. Je propose de donner à ce nouveau minéral le nom du savant professeur de Minéralogie de l'École des Mines, M. Mallard, et de l'appeler *mallardite*.

» J'ai déjà dit que le minéral, abandonné à l'air, devient blanc et opaque; il subit en même temps une perte de poids notable et arrive sensiblement à la composition

$$SO^3MnO + 5HO.$$

» J'ai trouvé précisément cette même composition à des cristaux transparents, du système triclinique, que j'avais préparés par évaporation lente, à la température de 15 degrés environ, d'une dissolution de sulfate de man-

ganèse artificiel. Il faut que la cristallisation s'opère au-dessous de 6 degrés pour que les cristaux soient clinorhombiques et à 7 équivalents d'eau.

» On peut inférer de là que la mallardite s'est formée à basse température dans le gisement de Lucky-Boy. Son origine semble devoir être attribuée à une altération par les agents atmosphériques de sulfures de manganèse naturels, qui se seraient trouvés là en bien plus grande abondance que dans les autres gîtes où ils ont été signalés jusqu'ici.

» L'autre minéral dont j'ai reconnu l'existence est en petits cristaux limpides, légèrement bleuâtres, affectant la forme de prismes cannelés, mais irréguliers et en quelque sorte étirés ou tordus. Ils présentent, soit au chalumeau, soit par voie humide, toutes les réactions du sulfate ferreux hydraté ou mélantérie; mais on y découvre aussi, notamment par fusion avec le nitre et le carbonate de soude, la présence du manganèse. L'analyse m'a donné les résultats suivants :

		Oxygène.	
Résidu insoluble...........	7,2		
Acide sulfurique...........	26,3	15,78	$= 5,26 \times 3$
Protoxyde de fer...........	21,7	4,80	$= 5,45 \times 1$
Protoxyde de manganèse.....	1,9	0,43	
Magnésie.................	0,2	0,08	
Chaux..................	0,5	0,14	
Eau (différence)...........	42,2	37,55	$= 5,36 \times 7$
	100,0		

Cette composition serait représentée par la formule

$$SO^3(FeO, MnO) + 7HO,$$

dans laquelle la proportion du manganèse serait à peu près $\frac{1}{10}$ de celle du fer. Le minéral se placerait donc entre la mélantérie et la mallardite; mais il ne paraît subir à l'air ni efflorescence, comme cette dernière, ni coloration ocreuse, comme la première. Entre les nicols croisés, un petit cristal prismatique s'éteint dans une direction, qui fait un angle de 26 degrés environ avec la hauteur du prisme. On doit donc présumer, malgré l'imperfection des cristaux, dont il est bien difficile de saisir la forme extérieure, qu'ils appartiennent au système clinorhombique, comme les deux espèces voisines. Ils constituent une variété manganésifère de mélantérie, à laquelle on pourrait donner le nom de *luckite*, pour rappeler le gisement où ils ont été trouvés.

» Les échantillons de ces minéraux ont été donnés à la collection de l'École des Mines. »

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des cellules du rein à l'état normal.* Note de M. V. CORNIL, présentée par M. Robin.

« J'ai examiné les reins de plusieurs espèces animales, le cochon d'Inde, le lapin, la chèvre et la couleuvre, sur des reins durcis par l'acide osmique aussitôt après que l'animal avait été sacrifié. J'ai observé constamment une disposition des cellules qui n'a pas été signalée et qui doit les faire considérer comme composées de deux substances, l'une périphérique, solidifiée sous l'influence de l'acide osmique, l'autre centrale, contenant des granulations et le noyau de la cellule.

» Les sections minces pratiquées dans la substance corticale, colorées au picrocarmin et montées dans la glycérine, nous ont montré les particularités suivantes.

» *Cochon d'Inde.* — Sur les sections du rein du cochon d'Inde, lorsqu'on examine un tube sectionné suivant sa longueur, on voit que les cellules sont implantées obliquement sur la membrane hyaline. Ces cellules sont allongées et se composent de deux parties : 1° une substance homogène, qui paraît dense, qui s'est coagulée et colorée en brun par l'acide osmique, et qui forme l'enveloppe périphérique de la cellule; cette substance est intimement unie avec la même substance des cellules voisines; 2° la partie centrale de la cellule, qui est claire, si bien que l'on dirait presque une cavité, est formée par une substance finement granuleuse. C'est là, non loin de l'implantation de la cellule, que se trouve son noyau.

» Cette disposition, qu'il est très-facile de constater sur les bords des tubes sectionnés suivant leur longueur, est plus complexe lorsqu'on étudie ces mêmes tubes sur des sections transversales. L'implantation des cellules étant oblique, on ne les voit plus suivant leur longueur, mais bien suivant des sections obliques plus ou moins régulières. Une première série de ces sections est disposée le long de la membrane propre du tube; cette zone de sections cellulaires montre dans chacune d'elles la substance homogène teintée en noir, la substance granuleuse et les noyaux. A l'intérieur de cette première zone on trouve une ou plusieurs zones de petits cercles qui sont des sections obliques de l'extrémité interne d'autres cellules.

» A côté de ces tubes larges, la substance corticale du cobaye en présente de plus petits (tubes droits) qui contiennent des cellules plus petites. Ces cellules montrent aussi deux substances, l'une périphérique, homo-

gène et plus colorée, l'autre centrale, granuleuse, contenant le noyau et des granulations graisseuses.

» *Lapin*. — Le rein du lapin est un de ceux où la disposition des deux substances des cellules est le plus évidente. Les cellules assez volumineuses des tubes larges présentent à leur périphérie une zone dense et plus colorée. Cette substance montre, surtout au niveau de l'implantation de la cellule sur la membrane hyaline, des granulations serrées les unes contre les autres, granulations disposées en forme de petits bâtonnets (cellules en bâtonnets de Heidenhain). Le centre de la cellule est formé d'une substance plus molle, granuleuse, et c'est là que se trouve le noyau.

» Les cellules des tubes minces offrent une structure analogue, mais les granulations n'offrent pas la disposition en bâtonnets et elles possèdent des granulations graisseuses.

» Les reins de la lamproie présentent la même structure que ceux du cobaye ; les cellules des tubes larges sont disposées aussi obliquement ; les cellules des tubes minces possèdent beaucoup de granulations graisseuses.

» Les cellules des reins d'une jeune chèvre avaient la même structure, mais elles étaient moins faciles à étudier, parce qu'elles étaient plus petites que chez le lapin et le cobaye. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des courants électriques sur le muscle de la pince de l'écrevisse*. Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« En poursuivant, à l'aide de la méthode graphique, l'étude de la contraction du muscle de la pince de l'écrevisse, j'ai pu constater que la secousse musculaire n'est pas toujours aussi simple qu'on l'admet lorsqu'on l'étudie sur la grenouille. En effet, grâce à la lenteur de cette contraction, on peut facilement dissocier les différentes périodes du phénomène.

» Si l'on fait passer des courants d'induction dans le muscle de la pince en enfonçant un des rhéophores dans la patte coupée à sa base et l'autre rhéophore dans la mandibule fixe sectionnée à sa pointe (1), on voit que la forme de la secousse musculaire change à mesure que l'intensité des courants excitateurs augmente.

---

(1) On excite ainsi non-seulement le muscle mais le nerf et ses extrémités périphériques Il est probable, ainsi que nous le dirons plus loin, que l'excitation du nerf ne joue aucun rôle dans cette excitation directe du muscle.

» Si le courant induit est faible, la secousse musculaire est assez brève, quoique toujours plus prolongée que celle du muscle de la queue (de l'écrevisse) et des muscles de la grenouille. Jusqu'à une certaine limite, qu'on atteint très-rapidement, à mesure qu'on augmente l'intensité du courant induit, la secousse musculaire s'accroît en hauteur sans que sa durée soit notablement plus considérable. Cette limite, très-variable d'ailleurs, correspond environ aux n°s 10-6 de la bobine de Du Bois-Reymond, lorsque le courant inducteur est fourni par deux grands éléments Grenet.

» Si l'on augmente quelque peu l'intensité du courant induit, on voit que la secousse musculaire ne croît plus en hauteur, mais que sa forme change. Le resserrement est toujours brusque, mais le relâchement n'est plus aussi rapide, ou plutôt dans ce relâchement il faut distinguer deux périodes, une première période de relâchement brusque, une deuxième période de relâchement lent, le muscle ne revenant que très-lentement à sa position première. Pour simplifier, nous appellerons *contracture* cette seconde période du relâchement musculaire.

» En continuant à exciter le muscle avec des courants d'induction de plus en plus forts, on voit que la période de contracture devient de plus en plus longue. En outre, son début se rapproche de plus en plus de la contraction même du muscle, de sorte que la période de relâchement brusque diminue de plus en plus et finit par devenir tout à fait nulle.

» Ainsi, avec des excitations très-fortes, pourvu que le muscle ne soit pas épuisé par des contractions antérieures, on voit qu'une seule excitation électrique provoque une secousse extrêmement prolongée, par suite de la fusion qui s'établit entre la secousse musculaire proprement dite et la contracture consécutive. Cette secousse prolongée peut, dans certains cas favorables, durer près d'une minute, et, pour que le muscle soit revenu à son état primitif de repos, il faut souvent attendre près de trois à quatre minutes et même plus. Cette lenteur extrême du muscle à revenir à l'état primitif fait que, si on l'excite régulièrement toutes les minutes environ par un courant d'induction fort, à la fin de chaque minute, le muscle sera de plus en plus resserré. Finalement, le tétanos sera total, les excitations électriques resteront sans effet, et la rigidité cadavérique complète surprendra le muscle en état de contraction.

» On ne peut pas admettre que la prolongation de la secousse musculaire dépend de l'arrêt du muscle qui bute contre un obstacle, car on voit graduellement cette période de contracture s'accroître aux dépens de la période de relâchement brusque à mesure qu'on accroît l'intensité des cou-

rants excitateurs. Il est même assez remarquable que la période de contracture survient quelquefois avant que le muscle ait achevé de se contracter, de sorte que la hauteur de la secousse est légèrement diminuée, alors que sa durée est bien plus considérable.

» On peut résumer ces faits en disant que ce n'est pas la hauteur, mais la durée de la secousse musculaire, qui croît avec l'excitation électrique, au moins à partir d'une certaine limite d'intensité.

» Si, au lieu de faire passer le courant dans le tissu musculaire, on vient à exciter le nerf moteur même avec des courants très-forts, la contracture n'existe plus qu'à peine; on peut donc supposer que la contracture du muscle qui succède à une excitation énergique directe tient principalement à une modification du tissu musculaire produite par le courant électrique. Cette hypothèse paraît assez vraisemblable, quoique l'on pense en général que les courants d'induction isolés n'ont guère d'action chimique sur les tissus.

» Il est à noter que les tracés myographiques ainsi obtenus avec des muscles excités fortement et directement par l'électricité ressemblent beaucoup aux tracés qu'on obtient avec les muscles empoisonnés par la vératrine.

» Nous croyons donc pouvoir conclure de ces faits qu'un muscle excité directement par des courants induits forts a une secousse musculaire très-prolongée, et dont la durée est proportionnelle à l'intensité de l'excitation [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la position systématique des Volvocinées, et sur les limites du règne végétal et du règne animal.* Note de M. E. MAUPAS, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis la publication des travaux de F. Cohn sur les Volvocinées, il semblait que les anciens débats sur la place systématique de ces Microphytes étaient clos pour toujours. Tout le monde, en effet, avait adopté les conclusions de ce savant, et, dans tous les Traités généraux, les Volvocinées sont rangées parmi les Algues. Stein, dans son beau Volume publié récemment sur les *Infusoires flagellés*, revient à l'ancienne manière de voir d'Ehrenberg et revendique les Volvocinées pour le règne animal, en les

---

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

plaçant parmi les Infusoires. Comme cette question touche à d'importants problèmes de Morphologie cellulaire et tombe dans le vif de la controverse sur les limites des deux règnes organiques, j'ai pensé utile de faire connaître à l'Académie quelques observations et considérations opposées aux conclusions du savant professeur de Prague.

» Pour Stein, le vrai critérium qui lui permet de distinguer un Protozoaire d'un Protophyte est la présence simultanée de cils ou flagellums vibratiles, de vacuoles contractiles et d'un nucléus réunis sur un seul être. Les Protozoaires seuls réuniraient ces trois organes; aucun végétal bien caractérisé ne les posséderait ensemble. Il revient avec insistance sur cette caractéristique, notamment pages 37, 47 et 51 de l'Ouvrage cité plus haut. C'est en s'appuyant sur l'existence simultanée de ces trois organes, constatée par tous les observateurs et, en particulier, par F. Cohn chez les Volvocinées, que Stein a exclu ces dernières du règne végétal et les a placées parmi les infusoires flagellés. Nous allons voir que cette caractéristique est sans valeur et qu'elle se retrouve chez des Algues sur la nature végétale desquelles Stein lui-même n'oserait pas élever de doutes.

» Et d'abord, inutile d'insister sur les cils vibratiles; tout le monde sait que toutes les zoospores en sont pourvues.

» Je passe à la vacuole contractile. Ici, je ne puis m'empêcher d'exprimer mon étonnement de voir un savant aussi exact et généralement aussi bien informé que Stein venir encore nier l'existence de cet organe (p. 47) chez des végétaux bien caractérisés. Il a été vu par Leitgeb, De Bary, Fresenius, Strasburger, Dodel-Port et Cienkowski sur les zoospores de Saprolégniées, de Cystopus, de Myxomycètes, de Palmellacées, d'Ulothrix, d'Hydrurus, de Chætophora, etc.; moi-même, je l'ai signalé chez le *Microspora floccosa* et le *Stigeoclonium tenue*, et je suis persuadé qu'on le retrouvera chez beaucoup d'autres zoospores lorsqu'on le recherchera avec de forts grossissements et dans de bonnes conditions d'observation. En tout cas, les nombreux faits déjà constatés sont suffisants pour détruire l'assertion du célèbre professeur de Prague.

» Reste le nucléus. Stein, en niant son existence dans les zoospores des Algues, est d'accord avec tout le monde. Tous les observateurs qui, depuis Thuret, ont étudié ces organismes n'ont pu y découvrir de nucléus, et Strasburger, tout récemment (*Botanische Zeitung* du 25 avril, p. 274), admet que le nucléus des zoospores d'Ulothrix n'existe pas pendant la période vagabonde et se reconstitue à nouveau au moment de la germination. J'ai voulu vérifier ces assertions, en me servant de méthodes d'ob-

servation très-précises que j'emploie depuis longtemps pour l'étude du nucléus et du nucléole des Infusoires, et, dans les zoospores du *Microspora floccosa* et d'un *OEdogonium* indéterminé, j'ai trouvé un nucléus très-nettement caractérisé.

» Sur la lamelle de verre, j'ai placé une petite goutte chargée de zoospores de *Microspora* et l'ai recouverte du couvre-objet en aspirant l'eau, de façon que les zoospores soient un peu comprimées et rendues presque immobiles. J'ai cimenté alors avec de la paraffine deux des bords opposés du couvre-objet, et, celui-ci bien fixé, j'ai fait pénétrer dessous une goutte d'alcool en aspirant l'eau avec du papier buvard. Les zoospores ont été tuées brusquement et retenues par la compression entre les deux lames de verre. J'ai remplacé alors l'alcool par de l'eau et celle-ci par du picrocarminate saturé. Au bout de quelques minutes, l'action de ce réactif étant suffisante, je l'ai aspiré, toujours à l'aide du papier buvard, et remplacé par de l'eau, puis enfin celle-ci par de l'acide acétique cristallisable. Ce dernier réactif éclaircit instantanément l'objet, et l'on voit alors dans la région rostrale des zoospores un petit nucléus sphérique, coloré en rouge intense et très-nettement défini, le reste du corps demeurant très-pâle. Comme l'acide acétique est très-volatil, on n'a qu'à placer sur le bord du couvre-objet une goutte de glycérine, qui pénètre et vient remplacer l'acide évaporé, en conservant leur forme aux zoospores. On obtient ainsi une préparation qu'il suffit de luter pour la rendre permanente.

» Pour les zoospores d'*OEdogonium*, que j'avais seulement en petit nombre, j'ai suivi une méthode un peu différente. Je les ai tuées en exposant pendant une minute la goutte d'eau aux vapeurs d'acide osmique à 1 pour 100; ensuite je les ai cimentées sous le couvre-objet à l'aide de paraffine et les ai colorées par le picrocarminate et éclaircies ensuite avec l'acide acétique et la glycérine. L'action du picrocarminate doit être plus prolongée qu'avec la méthode de l'alcool. Le nucléus situé dans la région médiane du corps, plutôt un peu en arrière qu'en avant, apparaît comme une petite sphère colorée en rouge.

» Ces zoospores ont été tuées dans leur période de mobilité. Les nucléus ne peuvent pas être confondus avec les corpuscules amylacés que l'on rencontre chez beaucoup de Volvocinées à côté du vrai nucléus. Les corpuscules amylacés ne se colorent jamais en rouge dans les préparations conduites d'après les méthodes employées ici. Nous avons donc affaire à de vrais nucléus réunis avec des cils vibratiles et des vacuoles contractiles

sur des zoospores d'Algues. Les deux Algues étudiées ont des zoospores appartenant à deux types différents : celles du *Microspora* étant flagellées, et celles de l'*OEdogonium*, pourvues d'une couronne de cils vibratiles. Je suis persuadé que, lorsqu'on étudiera convenablement les zoospores des autres Algues, on leur trouvera à toutes un nucléus.

» Le nouveau critérium proposé par Stein, pour distinguer les deux règnes organiques, est donc sans valeur. D'ailleurs, poursuivre une limite bien définie entre les végétaux et les animaux me paraît une recherche bien peu en harmonie avec tous les progrès récents des études biologiques. Les derniers travaux tendent à démontrer de plus en plus que toutes les barrières qu'on avait essayé d'élever entre ces deux groupes n'ont rien de fondamental ni de réel. Au point de vue physiologique, Claude Bernard a établi d'une façon inattaquable l'unité biologique du monde vivant. La même conclusion ressort de tous les résultats morphologiques acquis. Actuellement, ni la Physiologie ni la Morphologie ne fournissent de caractère exclusif appartenant à l'un ou à l'autre des deux règnes. Quand on étudie les êtres amphibologiques qui grouillent dans les bas-fonds du monde vivant, on peut donc être quelquefois embarrassé pour savoir où les classer. Il faut alors s'inspirer de l'ensemble des caractères et, sans avoir recours à un troisième règne, on arrive presque toujours à leur trouver des tendances et des affinités qui permettent de leur assigner une place dans les cadres actuels. C'est en m'inspirant de ces caractères d'ensemble que je suis complétement d'accord avec Cohn et les autres auteurs pour classer les Volvocinées parmi les Algues, à côté des Palmellacées, des Conjuguées et des Zoosporées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence des milieux sur la structure des racines*. Note de M. E. MER, présentée par M. Duchartre.

« Les variations de formes qu'affectent les racines, suivant les milieux où elles se développent, proviennent de causes encore assez obscures. C'est dans le but d'éclaircir ce sujet que j'ai entrepris quelques recherches dont voici les principaux résultats :

» 1° Si l'on fait végéter dans l'eau des radicules de Lentilles ayant déjà une longueur de quelques millimètres, jusqu'à épuisement des cotylédons, on remarque que la partie supérieure en est épaisse, sinueuse, parfois recourbée en boucle, couverte de poils et de radicelles grêles, assez courtes

et assez espacées. La partie inférieure, en général trois et quatre fois plus longue que la première, est au contraire filiforme, rectiligne, glabre ou garnie seulement de poils et de radicelles rudimentaires. 2° Des radicules semblables, développées dans du terreau modérément arrosé, n'atteignent jamais la longueur des précédentes. Souvent l'extrémité s'atrophie, mais le diamètre reste plus grand, les poils sont plus abondants et plus longs, la direction générale est moins rectiligne. Les radicelles, plus nombreuses, plus rapprochées, dépassant souvent en longueur la radicule, sont comme elle sinueuses, assez épaisses, garnies de poils et parfois même de radicelles de deuxième ordre. 3° Quand le terreau est abondamment arrosé, l'ensemble a un aspect analogue à celui qu'il offre dans l'eau. Les poils sont même plus rares et plus courts. S'il est, au contraire, très-peu humecté et surtout tassé, ces différences s'accentuent davantage. 4° Dans le sable moyennement arrosé, l'état des racines est intermédiaire à ceux qu'amènent l'eau et la terre. 5° Sous cloche et à la surface d'un sol humide et tassé, les radicules sont plus épaisses que dans la terre; plus sinueuses, elles s'enroulent souvent plusieurs fois sur elles-mêmes et se recouvrent de poils et de radicelles encore plus nombreux et plus développés.

» On voit donc que la quantité d'eau mise à la portée des radicules influe beaucoup sur leur forme et leur disposition générale. Or, si l'on mesure leur accroissement journalier dans ces divers milieux, on constate que, ralenti d'abord dans l'eau, c'est dans ce liquide qu'il acquiert ensuite sa valeur maximum, qu'il est plus faible dans le terreau, surtout quand ce dernier est peu arrosé, qu'il est enfin plus lent dans l'air humide. Toutes ces modifications semblent donc être la conséquence d'un balancement organique. Quand la radicule a peu d'eau à sa disposition, condition réalisée surtout dans la germination à l'air humide, elle s'allonge très-lentement. Dans ce cas, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer ([1]), de l'amidon s'accumule un peu au-dessus de la pointe, dans le parenchyme cortical et principalement dans les cellules de l'épiderme et de l'assise rhizogène. Les conséquences de cet arrêt de matière plastique sont différentes pour chacun de ces tissus. Les éléments du premier ayant une paroi libre, c'est celle-ci qui devient exclusivement le siége de l'accroissement. Les éléments du second se développent dans tous les sens, mais davantage dans la direction radiale. De plus, ceux qui se trouvent en regard des faisceaux vasculaires ne tardent pas à se multiplier pour produire des radicelles, et leur contenu devient

([1]) *Comptes rendus*, séance du 24 mars 1879.

verdâtre, ainsi qu'on le remarque, même en hiver, dans les rayons médullaires et la moelle annulaire des tiges ligneuses dont les cellules sont très-actives et riches en matière amylacée.

» D'autres influences encore donnent à la radicule des formes plus ou moins rapprochées de ce que j'appellerai le *facies terrestre*, par opposition au *facies aquatique*. Telles sont : 1° les obstacles mécaniques; 2° les lésions de l'extrémité; 3° le passage d'un milieu dans un autre. Dans toutes ces conditions, l'allongement se ralentit, passagèrement du moins. On le comprend aisément pour les deux premiers cas; quant au troisième, quelques détails sont nécessaires. Si, dans les premiers temps de son séjour sous l'eau, même lorsqu'elle s'y est développée dès le début, la radicule de Lentille affecte une forme différente de celle qu'elle y acquiert plus tard, cela tient à ce qu'elle possède, par hérédité, une constitution aérienne, par suite de laquelle elle souffre sous l'eau, jusqu'à ce qu'elle soit, pour ainsi dire, accoutumée à ce nouveau milieu. Depuis longtemps, on a signalé le dépérissement des racines qu'on transporte de l'eau dans la terre, et réciproquement.

» Il est incontestable que les racines souffrent toujours plus ou moins d'un changement de milieu; mais elles finissent par s'y adapter quand elles sont vigoureuses, peu ramifiées et qu'elles sont d'assez fortes dimensions, car alors la transplantation s'opère plus facilement. C'est ainsi que j'ai pu faire passer, à diverses reprises, des racines d'*Allium Cepa* de l'eau dans la terre, et réciproquement. Leur croissance se trouvait ralentie à chacun de ces changements, mais elle ne fut arrêtée complétement que dans quelques-unes, dont la pointe alors se recourba.

» Suivant Nobbe, la richesse d'un milieu en principes nutritifs, exerçant sur les racines une « action stimulante directe », favorise le développement des radicelles. Sans doute, la plante entière devenant ainsi plus vigoureuse, les racines des différents ordres sont, au même titre que les autres organes, plus développées, mais sans que leur nombre et surtout les rapports de leurs dimensions paraissent sensiblement modifiés. C'est ce qui résulte du moins d'expériences encore peu nombreuses, il est vrai, que j'ai faites dans cette voie. Ainsi, les racines d'une même Balsamine ayant été placées, les unes dans du terreau, les autres dans l'eau, ces dernières devinrent plus longues, plus grêles et se ramifièrent moins. Le terreau fut ensuite remplacé par du charbon de bois pulvérisé et le résultat demeura à peu près le même; l'ensemble était seulement moins développé. Des racines de cette même plante ayant végété dans l'eau nutritive ne différaient

d'autres racines ayant crû dans l'eau ordinaire que par une plus grande vigueur. Cependant cette question réclame encore des recherches.

» En résumé, les différences qu'on observe dans la structure des racines suivant les milieux semblent devoir être surtout attribuées aux variations d'allongement des racines principales, variations qui peuvent provenir de causes multiples, parmi lesquelles il convient de ranger en première ligne la quantité d'eau mise à la disposition de ces organes. On comprend dès lors la grande influence qu'exerce à cet égard le degré d'hygroscopicité du terrain. »

M. **Decharme** adresse une Note sur « Une migration de Papillons de l'espèce *Vanessa cardui* », observée à Angers le 10 juin dernier (1).

« Le passage a eu lieu de 8 heures à 11 heures du matin, avec une intensité décroissante, et s'est prolongé encore assez avant dans l'après-midi. La direction générale était de l'est à l'ouest, contraire à celle du vent très-faible qui régnait en ce moment. Ces Papillons, en traversant la ville, suivaient certaines rues d'un bout à l'autre, allaient en ligne droite, d'un vol rapide, à la hauteur de 1 à 2 mètres seulement. Dans la seule rue du Mail (descendant à la rivière), il en passa une quantité telle, que l'on se rangeait le long des maisons pour ne pas être rencontré par cette espèce d'armée d'invasion. On a pu évaluer à quarante ou cinquante mille le nombre de ces Insectes qui longèrent cette seule rue dans l'intervalle d'une heure. On peut juger par là de la quantité innombrable d'Insectes qui passèrent ainsi sur la ville et aux environs. Le Champ de Mars en était couvert de 9 à 10 heures; on en voyait aussi un grand nombre sur la ligne du chemin de fer. D'autres, sporadiques, volant en hâte par diverses rues, tendaient néanmoins vers la direction générale du gros de la migration. Ces Papillons fuyaient-ils l'orage assez violent qui éclata la nuit suivante à l'est et au sud de la ville? Je ne sais. Des observations ultérieures et assez nombreuses pourraient seules renseigner sur la valeur locale de ce genre de pronostic.

» Une migration de la même espèce de Lépidoptères avait été observée en 1877 dans nos contrées et spécialement dans la Mayenne. Des naturalistes ont remarqué que ces passages, assez fréquents dans le midi de la France, avaient souvent coïncidé avec des années chaudes. »

---

(1) Dans une lettre adressée à l'Académie et datée du 3 juin, M. Genevay-Montaz avait signalé des migrations de papillons, de l'espèce *Vanessa cardui*, sillonnant la vallée du Rhône. (*Note de M. le Secrétaire perpétuel.*)

M. L. **Hugo** adresse une Note portant pour titre : « Sur quelques modifications dans la coloration apparente des fleurs par l'éclairage électrique ». (Extrait) :

« La nuance d'une même fleur varie notablement, même pendant le jour, suivant qu'elle se trouve éclairée par le jour doré du midi ou par le jour du nord venant d'un beau ciel bleu. Les fleurs recherchent elles-mêmes, on le sait depuis longtemps, les rayons orangés et chauds du Soleil.... Je ferai quelques remarques sur la modification apportée aux couleurs des plantes par l'éclairage électrique à l'exposition d'Horticulture.... Les *Nidularium* offrent, au centre de leur touffe de feuillage lancéolé, une région d'un beau rouge; la lumière électrique m'a paru favoriser l'éclat rouge des pieds de *Nidularium*. Les *Caladium* présentent des parties rouges répandues sur un feuillage blanc ou vert; l'éclat de ce rouge m'a paru sensiblement terni et tournant au brun rouge. »

M. **Loir** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Pasteur, un Mémoire intitulé : « Sur la double fonction chimique (alcool, aldéhyde) de divers acides monobasiques organiques [1]. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 9 juin 1879.)

Page 1220, ligne 29, *au lieu de* Hipporion, *lisez* Hipparion.

---

(1) Ce Mémoire sera imprimé en entier dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

DATES. (1)	TEMPÉRATURE DE L'AIR sous l'ancien abri. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	TEMPÉRATURE DU SOL à la surface sans abri. Minima. (6)	Maxima. (7)	Moyenne. (8)	Moyenne des 24 heures. (9)	à la profondeur de 0m,30 (à midi). (10)	ACTINOMÈTRE. (11)	UDOMÈTRE. (12)	EAU de la terre sans abri. Total en millimètres. (13)	Évaporation en millimètres. (14)	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE. (15)	Électricité atmosphérique (sans correction locale). (16)	POUR 100mc D'AIR. Ozone en milligrammes. (17)	Acide carbonique en litres. (18)	Azote ammoniacal en milligr. (19)	Azote organique en milligr. (20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	-1,5	10,5	6,0	6,2	-1,2	26,9	12,9	.	9,1	46,6	.	53,8	2,7	3,1	57	0,1	35,6	2,1	0,4
2	1,4	11,0	6,2	6,1	0,0	21,2	10,6	.	9,0	27,6	0,9	52,1	2,6	3,5	.	0,0	35,5	2,2	0,5
3	3,1	12,5	7,8	7,8	2,0	24,4	13,2	.	8,4	31,1	.	49,4	2,7	5,8	35	0,2	35,5	2,0	0,5
4	4,0	15,5	9,8	9,7	3,0	25,5	14,3	.	8,7	56,7	.	45,7	3,8	6,6	27	0,0	.	1,3	0,5
5	5,9	19,6	12,8	12,8	4,7	28,7	16,7	.	9,6	57,1	.	43,8	1,9	6,7	42	0,2	.	.	.
6	6,6	19,0	12,8	10,2	2,5	31,4	17,0	.	10,9	39,9	1,6	43,2	2,1	6,0	55	0,0	.	.	.
7	2,1	9,2	5,7	4,7	2,2	19,7	11,0	.	10,7	21,6	0,4	42,3	1,3	3,1	44	.	.	.	.
8	0,7	9,5	5,1	5,9	0,0	18,8	9,4	.	9,3	33,2	0,0	41,8	0,5	4,6	48	0,6	35,4	2,5	0,4
9	0,5	13,3	6,9	7,9	-2,5	28,7	13,1	.	9,0	49,7	.	41,4	0,4	5,5	61	1,5	35,5	2,2	0,5
10	4,2	8,6	6,4	6,5	4,2	17,7	11,0	.	10,0	31,6	.	40,1	1,3	5,4	52	.	35,8	2,3	0,5
11	1,4	12,9	7,2	8,2	-1,6	23,5	11,0	.	9,3	48,9	.	40,0	0,2	4,2	96	.	.	.	.
12	3,3	18,4	10,9	10,4	1,3	35,3	18,3	.	9,8	41,0	.	39,4	0,6	3,2	86	.	.	.	.
13	4,9	18,6	11,8	12,4	1,8	29,8	15,8	.	10,7	37,8	0,9	39,5	0,8	2,3	29	.	.	.	.
14	9,4	17,5	13,5	11,0	9,2	28,2	18,7	.	11,4	22,4	3,0	40,3	2,2	0,9	50	.	.	.	.
15	6,6	15,8	11,2	9,9	5,4	31,4	18,4	.	11,1	47,3	2,0	40,8	1,5	2,4	53	.	.	.	.
16	5,4	11,8	8,6	7,6	5,1	26,2	15,7	.	11,1	27,3	6,3	45,5	1,5	1,1	.	.	.	.	.
17	3,8	16,8	10,3	9,9	0,9	31,6	16,3	.	10,7	48,9	0,0	43,8	1,7	1,9	19	.	.	.	.
18	7,9	13,8	10,9	9,7	7,0	26,2	16,6	.	11,3	12,7	9,2	51,2	1,8	0,9	.	.	.	.	.
19	5,5	18,1	11,8	12,1	2,9	38,5	20,7	.	11,0	46,1	0,1	49,0	2,4	1,4	58	.	.	.	.
20	6,6	20,7	13,7	14,3	3,9	39,6	21,8	.	12,0	51,8	0,1	46,4	2,4	2,9	83	1,9	35,5	2,0	0,7
21	9,8	19,5	14,7	14,4	7,4	31,2	19,3	.	(12,0)	25,0	.	44,1	2,3	3,1	64	0,5	.	2,5	0,5
22	9,1	23,4	16,3	16,6	7,3	34,6	21,0	.	13,1	50,6	.	43,8	0,3	3,0	49	0,7	35,7	2,3	0,4
23	11,6	18,8	15,2	12,0	10,9	25,4	18,2	.	14,6	40,1	2,0	43,3	2,5	4,3	45	0,6	35,3	1,9	0,4
24	7,1	15,3	11,2	10,3	7,1	22,2	14,7	.	14,0	32,5	4,4	47,3	0,4	2,2	56	1,9	35,8	2,0	0,3
25	9,6	18,6	14,1	13,3	7,7	26,9	17,3	.	13,2	29,6	0,1	46,5	0,9	2,1	31	1,7	35,8	2,2	0,3
26	7,6	18,7	13,2	12,7	6,2	33,2	19,7	.	13,3	42,8	.	45,9	0,7	2,6	30	0,9	35,5	2,2	0,4
27	9,1	19,6	14,4	13,5	7,0	30,4	18,7	.	14,7	32,3	0,1	45,7	0,2	2,9	20	1,0	35,6	1,8	0,6
28	4,8	13,9	9,4	9,9	3,9	24,0	14,0	.	14,0	38,3	3,0	46,6	2,1	1,1	28	0,3	35,3	2,0	0,7
29	5,1	17,0	11,1	11,2	4,8	27,2	16,0	.	12,9	63,5	1,1	46,1	1,6	2,0	45	2,3	35,3	2,0	0,5
30	3,6	13,8	8,7	9,5	3,8	19,5	11,7	.	12,5	25,0	1,2	46,2	1,2	1,1	46	1,6	35,8	1,8	0,4
31	5,9	17,2	11,6	11,6	5,9	24,4	15,2	.	11,8	36,0	2,4	45,7	2,8	1,6	28	1,5	35,3	2,2	0,3
1re déc.	3,0	12,9	8,0	7,8	1,5	24,3	12,9	.	9,5	39,5	2,8	45,4	19,2	50,3	47	0,3	35,6	2,1	0,5
2e déc.	5,5	16,4	11,0	10,6	3,6	31,0	17,3	.	10,8	38,4	21,7	43,6	15,0	21,2	59	.	.	.	.
3e déc.	7,6	17,8	13,7	12,3	6,5	27,2	16,9	.	(13,4)	37,8	14,3	45,6	14,9	26,0	40	1,2	35,3	2,1	0,4
Moy..	5,4	15,8	10,6	10,3	4,0	27,4	15,7	.	(11,3)	38,6	38,8	44,9	49,1	97,5	48	0,9	35,5	2,1	0,5

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5). (21)	MAGNÉTOMÈTRES midi. Déclinaison. (22)	Inclinaison. (23)	Composante horizontale. (24)	VENTS. Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (25)	Direction dominante à terre. (26)	Direction des nuages (k désigne les cirrus). (27)	PSYCHROMÈTRE. Tension de la vapeur. (28)	Humidité relative. (29)
	mm	° ′			km			mm	
1	756,8	16.63,2	65.31,3	1,9324	13,2	NNE	WNW k	4,1	61
2	757,7	62,1	30,9	9331	26,3	NNE	E à N	4,9	72
3	762,5	61,8	30,2	9334	27,0	NNE	NNE	4,8	63
4	763,4	63,0	29,6	9339	27,5	NNE	.	5,1	61
5	761,8	64,0	29,0	9337	26,0	NNE	E k	5,3	52
6	754,9	64,0	28,5	9339	20,4	NNW	.	5,5	63
7	751,5	61,0	30,1	9335	26,9	NNE	.	4,3	68
8	753,6	62,1	30,8	9324	24,3	NNE	N à E	3,9	58
9	749,0	62,5	30,7	9315	16,9	NNW	.	4,7	60
10	754,0	61,0	31,0	9315	25,2	N¼NE	NNE	3,7	52
11	759,3	62,0	30,1	9325	9,0	Très-variable	NNW	3,8	49
12	759,8	62,9	29,0	9316	7,6	S à W et N	NW	6,1	66
13	759,4	63,6	30,3	9324	8,0	S à W et N	.	7,5	72
14	754,6	62,0	30,6	9318	14,6	S à WNW	.	8,5	86
15	757,2	61,7	31,0	9315	19,3	W	WNW	6,3	70
16	755,8	61,9	31,5	9308	16,7	W puis N	NW	6,8	86
17	757,4	63,3	30,0	9320	11,5	Variable	SSWàWNW	6,9	78
18	747,1	62,5	30,3	9334	14,3	SSE à SSW	SEàWSW	8,2	91
19	749,7	64,8	28,8	9346	7,0	SEàSWetNW	SE à S W	8,0	78
20	755,8	64,6	30,4	9315	9,1	N à WSW	N k	7,8	67
21	758,8	62,2	30,8	9314	7,9	NNW à E	WNW	8,5	70
22	758,5	62,1	29,3	9322	7,3	Variable	Variable	8,6	64
23	759,6	59,8	31,3	9311	20,7	NW	WSWetNW	7,1	69
24	759,4	64,2	32,6	9295	14,8	NW puis NE	NNE k	7,2	78
25	752,9	57,6	31,6	9302	11,0	SàSW et NW	N k	8,7	78
26	751,9	59,9	30,9	9311	9,4	NNW	NW et SW	7,1	68
27	744,5	60,8	30,9	9309	12,3	S¼SW	S k	7,9	71
28	745,9	60,0	32,0	9309	10,1	S½SW	SSE k	7,3	82
29	749,8	62,2	30,9	9315	21,7	S¼SW	SW k	7,5	76
30	754,6	61,8	31,0	9323	13,2	S	SW	7,8	87
31	751,2	62,0	30,9	9322	24,1	SW	SW	8,3	83
1re déc.	756,5	16.62,5	65.30,2	1,9329	23,4	.	.	4,6	61
2e déc.	755,6	62,9	30,2	9322	11,7	.	.	7,0	74
3e déc.	753,4	61,5	31,1	9312	13,9	.	.	7,8	75
Mois..	755,1	16.62,1	65.30,5	1,9321	16,2	.	.	6,5	70

REMARQUES. (30)

Il s'est produit trois grandes oscillations barométriques tendant à la baisse et limitées par les excursions suivantes :

De 755,8 le 1er à 17 h. 45 à 764,5 le 4 vers 8 h. 45;

De 747,6 le 9 à 16 h. 45 à 760,7 le 13 vers 23 h.;

De 746,7 le 18 dans l'après-midi à 759,9 le 23 au soir;

De 743,5 le 27 à 17 h. à 755,1 le 30 vers 10 h.

La température de l'air, exceptionnellement basse, ne s'est approchée de sa valeur normale que dans les rares heures de ciel découvert, soit du 5 au 6 par exemple, ou lorsque le temps était à l'orage. Il y a eu gelée blanche les 7, 8 et 17.

La première décade, durant laquelle les vents du N. ont prédominé, a fourni peu de pluie. On en a recueilli seulement le 2 entre 5 h. 30 et 7 h. 30 ainsi que vers 14 h.; le 6, de 18 h. à 20 h. 15; le 7 (parfois mêlée de grésil ou de flocons de neige), vers 15 h. et de 19 h. à 20 h.; le 8, avant 3 h.

État du ciel variable, mais sans pluie, les 9, 10, 11 et 12.

La pluie reprend le 13 à 10 h. et dure une première fois jusqu'au 17 à 6 h., sauf interruption le 15 de 8 h. 30 à minuit. (Il y a eu grêle le 16 dans l'après-midi.)

Il pleut de nouveau le 18 entre 6 h. et 16 h. 15, puis un peu le 19 vers 5 h. et vers 18 h., ainsi que dans la matinée du 20 entre 4 h. et 6 h. 15.

Tonnerre lointain, ciel menaçant le 21, mais pas de pluie. Peu nuageux le 22.

Pluie le 23 de 6 h. à 11 h. 45 et depuis 15 h. jusqu'au lendemain 24 à 6 h.; quelque peu le 25 de 20 h. à 21 h.

Durant la journée du 26, le ciel est alternativement couvert ou dégagé.

Les vents de SSE à SSW s'établissent ensuite et sont accompagnés de pluie : le 27, entre 15 h. et 18 h. 30; le 28, entre 13 h. 20 et 21 h.; le 29, entre 12 h. 20 et 16 h. 15 (parfois mêlée de grêlons); le 30, de 8 h. 45 à 12 h. 15, et le 31 de 4 h. 15 à 7 h. ainsi que de 13 h. 10 à 16 h.

Indépendamment des oscillations habituelles de l'électromètre par les temps de pluie, des perturbations dont le caractère indique l'orage ont été notées le 2, le 13, le 14, le 16, le 18, le 21, le 22, le 24 et le 29; mais nous n'avons eu d'orage proprement dit, sur notre horizon, que le 21 et le 29.

La boussole était très-agitée le 12 et la perturbation notable pendant la soirée du 13. Oscillations irrégulières le 24, ainsi que dans la nuit du 31 mai au 1er juin.

Les plus grands efforts du vent (mesurés chaque jour d'après l'intervalle du temps minimum correspondant à 5 kilomètres de parcours) ont donné les vitesses horaires suivantes :

De 30 à 38 kilomètres, les 3, 7, 8, 10, 13, 14, 16, 18, 23 et 24;

De 40 à 45 kilomètres : les 4, 5, 6, et 31;

De 50 kilomètres le 29 et de 53k,5 le 2.

Moyennes horaires du mois de mai 1879.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol sans abri.	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique en éléments Daniell.	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Inclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o ′		
Mat. 1	755,39	7,36	»	»	6,63	84,5	»	1,45	»	15,42	61,0	1655,7	»	»
2	55,23	6,99	»	»	6,59	86,1	»	1,51	»	13,88	60,1	55,5	»	»
3	55,14	6,64	»	»	6,52	87,5	»	1,60	+2,77	13,48	55,3	55,5	»	»
4	55,04	6,36	»	»	6,57	89,8	»	0,32	»	13,00	55,8	55,2	»	»
5	55,15	6,49	»	»	6,65	90,1	»	0,94	»	13,48	58,3	53,8	»	»
6	55,28	7,33	9,29	22,28	6,73	85,7	(27,70)	2,30	-5,40	14,19	61,5	53,3	65.31,2	1,9327
7	55,34	8,70	»	»	6,74	78,9	»	1,87	»	13,88	57,1	52,3	»	»
8	55,41	10,00	»	»	6,70	72,2	»	1,70	»	15,13	54,2	52,3	»	»
9	55,43	10,96	15,69	47,90	6,63	67,1	8,03	3,55	-16,58	15,23	41,1	53,9	31,7	1,9313
10	55,42	11,83	»	»	6,38	60,9	»	2,72	»	16,53	28,9	56,6	»	»
11	55,28	12,79	»	»	6,37	57,1	»	1,46	»	17,62	24,7	59,0	»	»
Midi.	55,11	13,47	19,23	61,18	6,18	52,7	17,58	1,07	-17,24	18,26	38,4	62,5	39,5	1,9321
Soir. 1	54,95	13,77	»	»	6,28	53,1	»	1,88	»	19,08	27,3	62,8	»	»
2	54,84	13,87	»	»	6,04	50,4	»	2,51	»	18,96	36,9	62,1	»	»
3	54,73	13,58	16,97	45,68	6,09	52,5	23,17	3,41	-11,37	19,80	27,0	60,7	30,5	1,9329
4	54,65	13,30	»	»	6,25	54,5	»	1,55	»	18,65	33,8	59,4	»	»
5	54,64	12,99	»	»	6,19	54,6	»	2,68	»	20,10	28,4	57,8	»	»
6	54,72	12,29	11,73	15,75	6,27	58,2	20,97	1,98	-5,99	18,77	33,7	57,1	30,3	1,9339
7	54,85	11,35	»	»	6,55	64,3	»	0,74	»	16,52	66,6	56,8	»	»
8	55,03	10,52	»	»	6,76	70,4	»	1,33	»	14,69	61,8	56,5	»	»
9	55,26	9,75	»	»	7,01	76,3	»	0,37	+3,07	14,05	58,7	56,4	»	»
10	55,32	9,19	»	»	6,84	77,0	»	0,05	»	15,45	63,8	56,1	»	»
11	55,32	8,60	»	»	6,79	79,7	»	0,92	»	16,35	55,4	56,0	»	»
Minuit.	55,28	8,05	»	»	6,76	82,4	»	0,88	+1,66	16,30	51,5	55,9	»	»
Totaux.	»	»	»	»	»	»	97,45	38,79	49,08	»	»	»	»	»
Moy...	755,12	10,26	»	38,56	6,52	70,3	»	»	»	16,21	47,5	16.56,8	»	»

Remarques. (45)

Les températures de chacun des colonnes (2), (3), (4), (6), (7) (8), (10), (33), sont fournies par l'observation directe.

(11) contient la moyenne diurne des 5 observations directes de 6 heures matin à 6 heures soir. (34) Le résultat moyen mensuel. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(15) (37) Résultats fournis par l'évaporomètre Piche.

Le total de chaque jour est celui des 24 heures commençant à 6 heures soir de la veille. Le résultat mensuel de 6 heures matin, donné entre parenthèses, comprend l'évaporation totale depuis 18 heures.

(22) (23) (24) (43) (44) Mesures directes effectuées chaque jour dans l'ancien pavillon du parc. Les valeurs en direction sont rapportées à la fortification du bastion n° 82 (heure de midi).

(5) (12) (13) (14) (16) (25) (28) (29) (31) (32) (35) (36) (38) (39) (40) (41) (42) Résultats fournis par les appareils enregistreurs dont les courbes sont relevées d'heure en heure.

(17), (18), (19), (20), les lacunes des analyses sont dues à l'arrêt des trompes par suite du manque d'eau.

Pour l'électricité : les 2, 16 et 18 exceptés. — Pour la déclinaison : les 18 et 19 exceptés.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'absorption par l'atmosphère des radiations ultra-violettes;* par M. A. Cornu

« Dans une précédente Communication (p. 1101 de ce Volume), j'ai établi une loi empirique qui donne la limite extrême de visibilité du spectre solaire ultra-violet suivant la hauteur du Soleil; j'en ai déduit comme conséquence immédiate une formule qui exprime la loi approchée de l'accroissement de visibilité avec l'altitude. Cette formule montre que, si les principes qui ont servi à l'établir sont exacts, nous sommes condamnés à ne jamais connaître une partie extrêmement étendue, peut-être la plus intéressante, du spectre solaire : conclusion bien grave et qui exige une discussion expérimentale des hypothèses servant de point de départ à l'interprétation des faits observés.

» *Étendue probable du spectre solaire.* — Et d'abord, pourquoi admettre que le spectre du Soleil s'étend bien au delà de ce que les observations les plus favorables nous présentent? Le premier motif résulte de l'examen des clichés du spectre solaire, qui se terminent presque brusquement du côté le plus réfrangible, comme si une sorte d'écran mobile venait couvrir ou découvrir, suivant la hauteur du Soleil, un spectre d'éclat sensiblement uniforme.

» Le second est plus concluant encore; il est tiré de l'étude comparative du spectre solaire et du spectre de la vapeur de fer dans l'arc électrique. Les raies de ces deux spectres offrent, comme on le sait, la plus grande analogie (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 315). Dans toute l'étendue du spectre solaire, l'intensité des raies sombres est proportionnelle à l'intensité des raies brillantes correspondantes du fer; cette proportionnalité se poursuivant jusqu'à une petite distance de la limite de visibilité du spectre du Soleil quelle que soit la position de cette limite, on est en droit de supposer que cette corrélation se continuerait jusqu'à la limite du spectre du fer si une cause étrangère n'interceptait brusquement le spectre du Soleil; or, le spectre du fer dans l'arc voltaïque s'étend au moins jusqu'aux radiations dont la longueur d'onde λ est 200, tandis que les observations les plus favorables du spectre solaire n'ont atteint que $\lambda = 293$.

» La considération des températures de ces deux sources conduirait même à penser que le spectre solaire doit s'étendre bien au delà de la limite des spectres voltaïques.

» Ainsi nous pouvons considérer, sinon comme démontré, du moins comme extrêmement probable, que l'étendue réelle du spectre solaire du côté le plus réfrangible est considérable et que c'est l'intervention d'une cause étrangère qui limite brusquement ce spectre.

» *Discussion de l'hypothèse de l'absorption atmosphérique.* — J'ai admis comme évident que cette cause étrangère était une absorption spéciale, variable avec chaque radiation, causée par notre atmosphère terrestre; grâce à cette hypothèse qui entraînait l'application de la loi de Bouguer, j'ai pu exprimer analytiquement l'intensité d'une radiation quelconque en fonction des éléments de l'expérience : c'est de cette expression que j'ai pu déduire finalement la relation entre la limite de visibilité du spectre avec l'altitude de la relation correspondant avec la hauteur du Soleil.

» Je vais montrer que cette hypothèse est exacte et qu'on est naturellement amené, par la discussion des lois établies précédemment, à des expériences fournissant la preuve directe de cette absorption élective de notre atmosphère.

» La combinaison de l'expression analytique (1) (*voir* p. 1106 de ce Volume) avec la loi empirique déduite des observations solaires a conduit à la formule

$$\frac{\sin h}{l} = \frac{M}{l_1} e^{-m(\lambda-\lambda_0)}, \quad (2)$$

h étant la hauteur du Soleil, λ la longueur d'onde des radiations à la limite

de visibilité, l l'épaisseur de l'atmosphère réduite à une densité uniforme, l_1 la valeur spéciale pour le lieu où les observations ont été faites et où les constantes empiriques $M = 0,49$, $m = 0,0833$ et $\lambda_0 = 300$ ont été établies.

» Bien que cette formule ne suffise pas à elle seule pour déterminer le coefficient d'absorption a_λ correspondant à chaque radiation λ, elle peut néanmoins donner une idée de la rapidité avec laquelle croissent ces coefficients d'absorption lorsque la longueur d'onde diminue : en effet, la formule (1) (*voir* p. 1106 de ce Volume) se met, dans le cas des observations photographiques, sous la forme

$$\log w = \log J_\lambda + \log F(T, \lambda) + \frac{l}{\sin h} \log a_\lambda,$$

w étant l''intensité photographique, J_λ l'intensité de la radiation λ, T la durée constante d'exposition. Si l'on admet, pour simplifier et se rendre un compte approché du phénomène, que la somme $\log J_\lambda + \log F(T, \lambda)$ est constante (ce qui revient à supposer que le spectre solaire présenterait, si l'atmosphère n'existait pas, une intensité photographique uniforme dans toute l'étendue où nous avons besoin de le considérer, hypothèse qui, probablement, n'est pas très-éloignée de la vérité), il reste

$$\frac{l}{\sin h} \log a_\lambda = \text{const.}$$

Substituant la valeur empirique de $\frac{\sin h}{l}$ d'après l'équation (2), il vient

$$\log a_\lambda = \frac{M}{l_1} e^{-m(\lambda - \lambda_0)},$$

d'où l'on conclut, en passant des logarithmes aux nombres, que la fonction a_λ, qui représente approximativement la série continue des coefficients d'absorption, est une exponentielle d'exponentielle, c'est-à-dire une fonction variant avec une extrême rapidité.

» Si cette absorption existe réellement, elle doit croître avec une rapidité comparable à celle qu'indique cette formule et, par conséquent, devenir sensible pour de faibles épaisseurs atmosphériques; autrement dit, il doit exister des radiations de longueur d'onde assez petites pour être absorbées par une faible épaisseur d'atmosphère. Ces radiations sont-elles comprises parmi celles que nous pouvons produire artificiellement?

» La formule (2) doit contenir la réponse approximative à cette question; ce sera donc une épreuve délicate de l'hypothèse adoptée : il suffit,

en effet, d'y supposer $\sin h = 1$ (puisque la transmission sera normale à la couche considérée), de substituer à l la petite épaisseur d'atmosphère qu'on veut faire agir et à l_1 l'épaisseur normale de l'atmosphère sous la pression $0^m,760$, supposée de densité uniforme; l'équation devient, en représentant par ϖ le rapport de l à l_1,

$$M\varpi = e^{+m(\lambda-\lambda_0)}.$$

» 10 mètres d'air, à la pression $0^m,760$, correspondent environ à $\varpi_0 = \frac{1}{760}$ d'atmosphère (puisque le baromètre, au niveau de la mer, s'abaisse d'environ 1 millimètre lorsqu'on s'élève de 10 mètres), 1 mètre à $\frac{1}{10}\varpi_0$, un décimètre à $\frac{1}{100}\varpi_0$. Effectuant le calcul numérique avec les valeurs des constantes données plus haut, on trouve les résultats suivants :

			Diff.
$10^m,00$	d'atmosphère à $0^m,760$ éteindraient les radiations dont la longueur d'onde est	211,84	
			27,63
1,00	» » »	184,21	
			27,63
0,10	» » »	156,58	

» Ces nombres, déduits par extrapolation d'une formule empirique, n'ont aucune prétention à l'exactitude rigoureuse; ils sont simplement destinés à indiquer dans quelle région du spectre se trouvent, si la théorie de l'absorption est fondée, les radiations arrivées à leur limite de visibilité par l'action de ces petites épaisseurs d'atmosphère, à la condition qu'on puisse donner à ces radiations une intensité comparable à celle des radiations solaires, pour lesquelles la formule a été établie.

» Les étincelles produites par une bobine d'induction puissante remplissent approximativement la double condition de fournir des radiations très-intenses et très-réfrangibles; avec des électrodes d'*aluminium* en particulier, les dernières raies observables forment trois groupes simples ou multiples, que M. Soret a désignés par les numéros 30, 31 et 32, et dont j'ai déterminé les longueurs d'onde à l'aide d'un réseau que je dois à l'obligeance de M. Rutherfurd :

Aluminium.

	λ			λ	
Raie n° 30......	198,81		Raie n° 32 (triple)..	186,02	forte.
» n° 31 double..	193,35	forte.		»	très-faible.
	192,87	faible.		185,22	moins forte.

» Observés photographiquement ([1]) ou par fluorescence à l'aide d'un

([1]) Lorsqu'on cherche à obtenir au collodion humide l'impression des raies très-réfrangibles

spectroscope tout en quartz ou tout en spath fluor ([1]), présentant un développement dans l'air d'environ 1 mètre, ces groupes sont assez éclatants; l'ordre d'éclat décroissant est le suivant, nos 30, 32 et 31.

» *Démonstration expérimentale de l'absorption des radiations ultra-violettes par l'air atmosphérique.* — L'intensité de ces raies brillantes, comprises dans la région indiquée par la formule, est effectivement modifiée d'une manière complète par l'absorption atmosphérique, ainsi que le témoignent les expériences suivantes.

» Ayant eu l'occasion de construire un spectroscope réduit comme partie optique à son maximum de simplicité et de transparence (un prisme et un seul objectif), et présentant un développement de 6 mètres dans l'air, je fus très-surpris de ne plus apercevoir la raie 32, que je voyais si bien avec le spectroscope de 1 mètre de long, tandis que la raie 31, la plus faible des trois, était encore parfaitement distincte; je variai les procédés d'observation et l'énergie de l'étincelle, mais la raie 32 resta constamment invisible. En ajoutant un collimateur qui réduisait à $1^m,50$ le développement total du spectroscope, la raie 32 redevenait visible, malgré l'absorption causée par l'addition d'un nouvel objectif. C'est bien là l'effet prévu de l'absorption atmosphérique. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie des épreuves photographiques de ces observations. Pour compléter la démonstration, j'ai construit un spectroscope n'ayant que $0^m,25$ de développement. Avec cet appareil, la raie 32 présente une intensité considérable, de beaucoup supérieure à celle de la raie 30, de sorte que l'ordre d'éclat devient 32, 30, 31; la démonstration est donc saisissante.

» Néanmoins, en raison de l'importance de ce phénomène, je ne me suis pas contenté de ces expériences, faites avec trois appareils différents,

---

(au delà de la raie n° 25 du cadmium, notation de M. Mascart), il est nécessaire de laver la glace sensibilisée avec de l'eau pure pour enlever la couche de solution d'azotate d'argent, qui est absolument opaque pour ces radiations. La sensibilité de la plaque est un peu diminuée, mais on obtient l'impression photographique de toutes les raies brillantes que la fluorescence du verre d'urane fait apercevoir, et avec un éclat sensiblement proportionnel.

([1]) J'ai trouvé que certains échantillons de spath fluor sont notablement plus transparents pour les radiations très-réfrangibles que le quartz. Ce minéral jouit en outre d'une propriété bien précieuse pour l'étude des radiations ultra-violettes; sa dispersion est telle qu'elle permet un achromatisme presque parfait avec le quartz. Les objectifs ainsi composés, et taillés ave cbeaucoup de perfection par M. Laurent-Soleil, permettent d'obtenir sur le même cliché la *totalité* du spectre photographique avec une netteté très-satisfaisante sur toute l'étendue de l'épreuve. J'ai l'honneur d'en mettre quelques spécimens sous les yeux de l'Académie.

dont la transparence pourrait être inégale. J'ai cherché une expérience directe, pour mettre en évidence l'absorption atmosphérique, et le résultat est devenu alors à l'abri de toute objection.

» Un tube de 4 mètres de longueur, fermé à ses deux extrémités par deux lames de spath fluor, a été intercalé entre le collimateur et le prisme du spectroscope primitif. Lorsque le tube est plein d'air, on ne voit aucune trace de la raie 32 du spectre de l'aluminium; mais, si l'on fait progressivement le vide, la raie 31 gagne notablement en intensité, la raie 32 apparaît bientôt et finalement surpasse en éclat la raie 31; la raie 30, qui varie extrêmement peu, sert de repère et rend très-faciles ces appréciations relatives d'intensité. Si on laisse rentrer l'air dans le tube, les mêmes phénomènes se reproduisent en ordre inverse (1).

» Ainsi, l'absorption des radiations très-réfrangibles par l'atmosphère est démontrée : l'explication admise pour rendre compte de la variation de la limite ultra-violette du spectre solaire est donc légitime.

» Il y a plus, le caractère de l'absorption par les faibles épaisseurs d'air atmosphérique est le même que dans l'interruption du spectre solaire : l'intervalle entre les points du spectre où l'absorption commence à se faire sentir et ceux où elle est complète est extrêmement resserré; le spectre est, pour ainsi dire, brusquement coupé. C'est donc bien, dans les deux. cas, le même phénomène avec la même allure. Il y a donc lieu de l'attribuer à la même cause, l'absorption atmosphérique.

» Il resterait maintenant à examiner dans quelle proportion relative entrent les éléments de l'air pour constituer ce pouvoir absorbant qui a été mis en évidence : la question est très-délicate, d'abord à cause de la faiblesse des pouvoirs spécifiques d'absorption de ces éléments pour les radiations ultra-violettes, et ensuite parce qu'elle touche aux grands problèmes de la Physique et de la Chimie météorologiques, non encore complétement résolus. L'examen de cette question se présentera mieux à sa place lorsque, dans une prochaine Communication, je discuterai les conditions que j'ai implicitement admises pour établir la loi approchée de la limitation du spectre solaire avec l'altitude. »

(1) Un manomètre permet de suivre la variation d'éclat des raies avec la variation de la pression; l'appareil ainsi constitué permet d'évaluer le pouvoir absorbant des différents gaz secs ou saturés d'humidité. Cette étude sera l'objet d'une Communication ultérieure. Je dirai seulement que l'oxygène et l'acide carbonique secs ont sensiblement le même pouvoir absorbant que l'air sec : l'acide sulfureux, les hydrocarbures du gaz de l'éclairage ou de l'hydrogène impur ont un pouvoir absorbant extrêmement énergique.

NAVIGATION. — *Remarques à l'occasion d'une Note de M. l'amiral* Mouchez[1]; par M. **Faye.**

« Cette Note, insérée dans les derniers *Comptes rendus*, se termine par une appréciation au sujet de laquelle je désire faire quelques réserves.

» D'après le savant amiral, ce sont les horlogers qui devraient déterminer eux-mêmes, par expérience, la correction thermométrique des instruments qu'ils livrent à la marine marchande. Telle serait, d'après lui, la solution la plus pratique de la question que j'ai soulevée.

» Je ne suis pas sur ce point de son avis. Posons d'abord en fait qu'on ne songerait même pas à une pareille solution s'il s'agissait de la marine de l'État.

» Pour celle-ci, on a recours au Dépôt de la marine, on crée des observatoires spéciaux dans nos ports de guerre, on y place des officiers instruits et d'excellents instruments : on a grandement raison. Ce que je demande, c'est qu'on fasse quelque chose de semblable pour notre flotte de commerce, comme en Angleterre, en Allemagne, en Norvége.

» Pourquoi n'est-il pas de mise, quand il s'agit des chronomètres de l'État, d'imposer aux constructeurs l'obligation de déterminer eux-mêmes les erreurs de ces instruments? Il y a à cela plusieurs raisons fort simples, qui valent tout autant pour la marine marchande que pour la marine militaire. La première est que l'étude de ces erreurs serait très-coûteuse pour le constructeur et irait dans certains cas jusqu'à doubler des prix déjà très-élevés. La seconde, c'est que cette étude exige des connaissances spéciales, mathématiques et physiques, et une habitude du calcul que les plus habiles constructeurs peuvent ne pas posséder.

» Enfin, quand il s'agit de déterminations délicates où la réputation et l'intérêt pécuniaire des constructeurs sont en jeu en même temps qu'elles engagent la sécurité de la navigation, il ne faut les confier qu'à des juges dont l'impartialité et la parfaite compétence ne puissent être mises en doute par personne. Les Anglais l'ont compris ainsi en plaçant l'observatoire chronométrique de Liverpool sous la direction d'un savant astronome, M. Hartnup.

» Il y a une dernière raison, non moins décisive. On sait que les chro-

(1) *Comptes rendus* du 16 juin 1879.

nomètres doivent être nettoyés tous les deux ou trois ans; les huiles doivent être complétement renouvelées. Pour peu que l'horloger chargé de cette réparation touche aux vis de réglage, aux masses compensatrices, etc., les trois constantes de la formule de correction changent de valeur et doivent être déterminées de nouveau [1]. Est-il possible de demander à l'horloger ces nouvelles constantes à chaque réparation ?

» Notre confrère objecte les dépenses qu'entraînerait la création de ces observatoires chronométriques. Elles seraient bien peu de chose à Marseille et à Bordeaux, où nous avons déjà des observatoires civils. Leurs directeurs, MM. Stéphan et Rayet, se prêteraient volontiers à ces études, pour peu que l'État le leur demandât et consentît à faire les frais de quelques étuves, de quelques armoires, de quelques registres et d'un auxiliaire de plus. Il en serait autrement, je l'avoue, au Havre [2], à Saint-Nazaire, à Nantes, à Dunkerque, à la Rochelle, à Bayonne, etc., car dans ces ports tout serait à créer, matériel et personnel; mais j'estime, avec les Anglais, qu'au bout de dix ou quinze ans ces dépenses paraîtraient bien faibles, comparativement aux avantages dont on aurait fait jouir enfin nos marins en leur assurant les conditions de sécurité que les Anglais garantissent aux leurs depuis une vingtaine d'années. J'apprends à l'instant, de notre savant Correspondant M. Broch, que la Norvége possède déjà deux observatoires chronométriques pour le commerce, en tout pareils à ceux dont je sollicite la fondation en France; l'un est à Bergen, l'autre à Trondhjelm.

» Si l'on voulait faire mieux que nos rivaux étrangers, cela ne me paraîtrait pas impossible. Il suffirait de charger les directeurs de nos observatoires chronométriques d'étudier, toutes les fois que la chose serait praticable, les boussoles installées à bord des navires en fer et d'en fournir gratuitement les corrections. C'est précisément ce que les ingénieurs des constructions navales font pour les vaisseaux de l'État. On sait en effet qu'une partie notable des sinistres sont dus pour ces bâtiments-là à des déviations de compas mal connues, plus souvent encore qu'à des chrono-

---

[1] En certains cas très-particuliers, je veux dire lorsque l'horloger a été invité formellement à n'opérer que le renouvellement des huiles, la constante a de la formule $a + c(\theta - \tau)^2$ change seule; les constantes c et τ de la correction thermométrique varient à peine. Néanmoins on juge prudent, à Liverpool, de les déterminer à nouveau (voir à ce sujet les *Monthly Notices of the R. Astr. Society*, n° 5, march 1879.)

[2] Je ne saurais omettre de rappeler ici les efforts tentés par M. Colas, il y a une douzaine d'années, pour fonder, avec ses propres ressources, un observatoire chronométrique au Havre.

mètres mal réglés. Et je ne puis m'empêcher de rappeler ici que la théorie de ces déviations est d'origine toute française aussi bien que celle de la correction thermométrique. Elle a été présentée par Poisson au Bureau des Longitudes et publiée, pour la première fois, dans la *Connaissance des Temps*, il y a quarante ans. Il ne manque pas chez nous d'observateurs instruits, capables d'appliquer correctement les méthodes créées par nos savants, et de répondre ainsi à des *desiderata* que j'ai plus d'une fois entendu formuler dans nos grands ports de commerce, et en particulier par le maire de Bordeaux, par le maire de Marseille et par des membres de la chambre de commerce de cette ville.

» Ma pensée se réduit donc à ceci : étendre à notre marine commerciale le bénéfice d'études et de procédés dont la marine militaire profite seule jusqu'ici, avec un succès auquel tout le monde rend hommage.

» L'envoi de l'heure de Paris aux ports marchands serait d'ailleurs un premier pas dans cette voie; je désire vivement que l'heureuse suggestion de M. l'amiral Mouchez, à laquelle je n'ai pas manqué de faire allusion dans ma première Note, ne soit pas entravée par des difficultés tout à fait secondaires, du genre de celles qu'il objecte lui-même à mon projet. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des substances toxiques dites* « poisons du cœur » *sur l'escargot* (Helix pomatia). Note de M. VULPIAN.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 5 mai 1879, M. E. Heckel donne les résultats de ses recherches rélatives à l'action des sels de strychnine sur les Mollusques gastéropodes. Cette Note m'a rappelé des expériences du même genre dont j'ai dit quelques mots dans mes Leçons, faites au Muséum d'Histoire naturelle en 1864, sur la physiologie générale et comparée du système nerveux. En me reportant à ces Leçons, je vis que j'y avais indiqué les résultats d'expériences ayant eu pour but d'étudier l'action de l'*upas antiar* sur l'escargot. J'avais constaté que ce poison, qui arrête si facilement les mouvements du cœur chez la grenouille, ne détermine pas le même effet sur le cœur de ce Mollusque.

» J'ai voulu examiner si je ne m'étais pas trompé alors, en appliquant à la généralité des poisons du cœur ce que j'avais observé en étudiant un de ces poisons. J'étais d'autant plus désireux de faire ce travail de vérification que MM. Carville et Polaillon, dans leur Mémoire *Sur les effets toxiques de l'inée* (*Archives de Physiologie*, 1872), ont constaté que cette

substance agit sur le cœur des escargots. L'action de l'inée sur le cœur, d'après les faits relatés par ces expérimentateurs, serait peu marquée en somme, et l'on peut se demander si les troubles des mouvements cardiaques, dans leurs expériences, étaient bien dus à l'influence du poison. Il m'a donc semblé qu'il serait intéressant de répéter ces expériences et de rechercher si l'on ne pourrait pas obtenir des résultats plus significatifs.

» On sait que l'extrait alcoolique des graines d'*inée* ou *onaye* (*Strophantus hispidus* DC.) peut être considéré, d'après les expériences de M. Pélikan, de M. Fraser, de MM. Polaillon et Carville, comme un type des poisons qui arrêtent le cœur de la grenouille, le ventricule restant en systole, tandis que les oreillettes demeurent en diastole. J'ai cru devoir étudier aussi comparativement l'action de la *muscarine* sur le cœur de l'escargot. La *muscarine*, comme l'ont montré MM. Schmiedeberg et Koppe, est le type des poisons qui arrêtent les mouvements du cœur des mêmes animaux, le ventricule demeurant en diastole.

» A. *Extrait alcoolique d'inée.* — Après avoir mis à découvert sur des escargots de grande taille la région du cœur, en enlevant une partie de la coquille, on a constaté que l'on pouvait facilement, sans sectionner le tégument, observer les mouvements du cœur, grâce à la demi-transparence de ce tégument et du péricarde sous-jacent. On a constaté aussi que des escargots ainsi préparés n'offrent aucun trouble fonctionnel apparent. Leur locomotion s'exécute tout aussi librement qu'auparavant; il en est de même de la respiration; quant aux mouvements du cœur, ils conservent leurs caractères normaux. Sur des escargots ayant subi cette opération préalable, on a injecté dans la cavité viscérale, en traversant le pied à l'aide de la canule d'une seringue de Pravaz, une petite quantité d'extrait alcoolique d'inée, dissous dans un quart de centimètre cube d'eau. J'ajoute que l'on s'était assuré d'abord que l'injection d'une plus grande quantité d'eau pure (près d'un demi-gramme d'eau) ne produit aucun symptôme morbide appréciable. Au contraire, l'injection de la solution aqueuse d'extrait d'inée paraît déterminer de la douleur. L'animal ne cherche plus, en général, à exécuter des mouvements de locomotion, ou bien, s'il se met en marche, il s'arrête presque aussitôt, replie son pied sur lui-même, se retire dans sa coquille et en sort à plusieurs reprises, fait saillir et rentrer alternativement et incomplétement ses tentacules; puis sa teinte générale offre des changements successifs plus ou moins marqués. Le cœur est troublé; ses mouvements sont moins fréquents, plus irréguliers; il y a des arrêts plus ou moins prolongés : au bout

de deux ou trois minutes, il devient immobile. On le met à découvert : l'oreillette est extrêmement distendue, irrégulièrement globuleuse; ses parois sont très-minces et très-transparentes; quant au ventricule, il est vide, très-resserré, un peu jaunâtre, et son état forme un contraste complet avec celui de l'oreillette. A l'œil nu ou à la loupe, on ne voit aucun mouvement des parois de ces deux parties du cœur. Cet arrêt du cœur est définitif. Au bout d'une heure, il offre les mêmes caractères; l'animal est très-affaibli, mais on excite facilement des mouvements assez étendus en touchant avec la pointe d'un scalpel une région quelconque du corps. Le dépôt de quelques gouttelettes d'une solution aqueuse de sulfate d'atropine à 1 pour 100 sur le cœur n'a pas ramené le moindre mouvement.

» Sur un autre escargot préparé de même, on a mis une goutte de solution aqueuse d'extrait d'inée sur le cœur, après section du tégument et ouverture du péricarde. Il y a eu d'abord des signes de douleur, puis presque aussitôt des troubles des mouvements du cœur, surtout de ceux du ventricule, dont certaines régions se resserraient seules pendant la systole, tandis que les autres régions se dilataient. Après quelques instants, les systoles redevenaient régulières. Le dépôt d'une autre goutte de solution d'extrait d'inée déterminait les mêmes modifications; mais des effets persistants ne se sont produits qu'après plusieurs applications de la solution sur le cœur; le ventricule s'est alors resserré et est resté en systole, l'oreillette continuant à présenter des mouvements alternatifs rhythmiques peu étendus de systole et de diastole. Le dépôt d'une goutte de solution de sulfate d'atropine n'a produit aucune modification de cet état du cœur.

» Dans ces deux expériences, les effets observés ont été très-analogues à ceux que ce même poison produit sur la grenouille. L'état du cœur arrêté, chez le premier escargot, était même tout à fait semblable à ce que l'on constate chez la grenouille soumise à l'action de l'extrait d'inée.

» B. *Muscarine.* La muscarine exerce sur les escargots une action relativement plus faible que celle de l'extrait d'inée. Si l'on injecte, au travers du pied, dans la cavité viscérale d'un escargot, à l'aide d'une seringue de Pravaz, une petite quantité de solution aqueuse de muscarine, il y a d'abord des mouvements irréguliers de l'animal, dus peut-être à de la douleur. Au bout de peu d'instants, on observe (l'animal est préparé comme nous l'avons dit à propos de l'extrait d'inée) un ralentissement notable des mouvements du cœur, avec arrêt de temps à autre. Deux ou trois minutes après l'injection, il y a un arrêt prolongé des mouvements cardiaques : il ne dure que cinq à six minutes, après lesquelles l'organe recommence à se mouvoir;

mais ses mouvements sont lents, irrégulièrement rhythmiques, et de temps en temps il y a de courtes pauses.

» On injecte au travers du pied une petite quantité de solution aqueuse de sulfate d'atropine à 1 pour 100. Les caractères des mouvements du cœur ne se modifient pas notablement.

» Sur un autre escargot, après avoir enlevé la coquille au niveau de la région cardiaque, on a mis le cœur entièrement à nu, puis on a déposé une goutte de solution aqueuse de muscarine ([1]) sur cet organe. Quelques instants après, on constate que les mouvements du cœur sont très-ralentis et plus faibles; il y a de temps en temps un arrêt de ces mouvements pendant plusieurs secondes. En déposant successivement sur le cœur deux ou trois autres gouttelettes de solution de muscarine, on parvient assez facilement à arrêter le cœur, l'oreillette et le ventricule restant en demi-diastole. Si l'on met une goutte de solution de sulfate neutre d'atropine sur le cœur, on voit, après peu d'instants, les mouvements de cet organe reparaître et reprendre assez rapidement et plus ou moins complétement les caractères qu'ils avaient avant d'avoir été modifiés, puis arrêtés par la muscarine. Chez un escargot, le sulfate d'atropine n'a été mis sur le cœur que quinze minutes apres le début de l'arrêt complet des mouvements de cet organe. Le réveil de ces mouvements n'a eu lieu qu'au bout de vingt à trente secondes ; d'abord séparés par de longs intervalles, ils sont devenus de moins en moins lents, mais sans reprendre cependant leur fréquence première; ils sont restés plus faibles aussi. On pouvait arrêter de nouveau ces mouvements, en mettant sur le cœur de la solution d'extrait d'inée ; mais le ventricule restait resserré.

» On voit que la muscarine produit sur le cœur des escargots une action qui se rapproche entièrement de celle qu'elle exerce sur le cœur des grenouilles. L'antagonisme qui se montre si évident entre les effets de la muscarine et ceux du sulfate d'atropine chez les Mammifères et chez les Batraciens est très-manifeste aussi chez les escargots. Il est peut-être permis d'en inférer qu'il y a une certaine analogie entre le mode d'innervation du cœur chez l'escargot, chez la grenouille et chez les Mammifères.

» Je dirai un mot, en terminant, d'essais que j'ai tentés à l'aide des mêmes substances toxiques sur des animaux d'un autre embranchement, sur des Crustacés : j'ai mis le cœur à découvert sur des écrevisses et j'ai examiné

([1]) La muscarine employée dans cette série d'expériences était plus active que celle dont on a fait usage dans la première série.

l'effet de l'extrait d'inée et celui de la muscarine sur le cœur de ces animaux, soit en injectant des solutions de ces agents toxiques dans les tissus à l'aide d'une seringue de Pravaz, dans l'intervalle de deux anneaux de l'abdomen, soit en mettant ces solutions sur le cœur lui-même. Je n'ai observé aucune action bien nette, même en répétant plusieurs fois de suite l'expérience sur le même animal. J'ai même mis de la muscarine pure, d'une activité moyenne il est vrai, sur le cœur d'une écrevisse, à plusieurs reprises, sans obtenir le moindre arrêt, même momentané, des mouvements de cet organe. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une propriété arithmétique d'une certaine série de nombres entiers.* Note de M. SYLVESTER.

« Nommons le nombre de termes distincts qui figurent dans le développement d'un déterminant gauche son *dénumérant*. Soit

$$[1.3.5\ldots(2n-1)]u_n$$

le dénumérant d'un déterminant gauche de l'ordre $2n$. On aura pour u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, ... les valeurs successives

$$1,\ 2,\ 8,\ 50,\ 418,\ 4348,\ \ldots$$

et en général

$$u_x = (2x-1)u_{x-1} - (x-1)u_{x-2}.$$

Soit $\theta\left(\frac{2x+1}{8}\right)$ l'entier le plus proche (en excès ou en défaut) de $\frac{2x+1}{8}$. Alors je dis que *le plus grand diviseur commun à u_x, u_{x+1} est égal au nombre 2 élevé à la puissance $\theta\left(\frac{2x+1}{8}\right)$*.

» Ce théorème se déduit des deux propositions suivantes :

» 1° On démontre que u_x et x ne peuvent avoir un facteur commun impair pour aucune valeur de x; c'est une conséquence immédiate de cette loi que deux u consécutifs ne peuvent avoir non plus un facteur commun impair.

» 2° On démontre que $\frac{u_{4x-2}}{2^x}$, $\frac{u_{4x-1}}{2^x}$, $\frac{u_{4x}}{2^x}$, $\frac{u_{4x+2}}{2^x}$ sont tous les quatre des nombres entiers, dont le premier et le troisième sont des nombres impairs; cela suffit pour établir le théorème. Mais j'ajoute, comme corollaire, que la quatrième de ces quantités est aussi un nombre impair et la seconde un nombre pair, qui est toujours divisible par 4.

» Le fondement du raisonnement au moyen duquel on établit cette proposition remarquable est l'identité que j'ai donnée dans l'*American Journal of Mathematics*

$$\frac{e^{\frac{t}{4}}}{\sqrt[4]{1-t}} = 1 + u_1 \frac{t}{2} + u_2 \frac{t^2}{2.4} + u_3 \frac{t^3}{2.4.6} + \ldots \text{ ».}$$

PHYSIQUE. — *Application inexacte d'un théorème de Dynamique, faite* (¹) *par MM. Bertin et Garbe, pour expliquer le mouvement des ailettes du radiomètre.* Note de M. A. LEDIEU.

« Deux savants professeurs de Physique, MM. Bertin et Garbe, ont émis sur la cause du mouvement dans le radiomètre une *assertion* fondée sur des expériences extrêmement ingénieuses, qui ont dû certainement séduire les lecteurs et écarter de leur esprit la pensée d'approfondir la discussion des résultats obtenus.

» Nous avons été conduit à réfuter cette assertion en apprenant qu'elle se répandait dans l'enseignement, sans soulever aucune critique.

» Les expériences précitées consistent à suspendre le radiomètre à un fil vertical passant par l'axe de rotation des ailettes, et à s'efforcer de déduire des rotations simultanées du vase et du moulinet la vérification de la relation

$$(a) \qquad \mathrm{I}\omega + \mathrm{I}'\omega' = \text{const.},$$

I et I' étant les moments d'inertie du vase et du moulinet, et ω et ω' leurs vitesses angulaires.

» Cette déduction admise, MM. Bertin et Garbe en tirent la conclusion que voici :

« On doit tenir pour certain que les mouvements du radiomètre sont produits uniquement par les matières gazeuses qui restent dans l'intérieur de la boule, et que l'influence directe de la radiation n'y est pour rien. »

» Une pareille affirmation est entièrement contestable. Pour le faire voir, rappelons d'abord le théorème suivant de Dynamique, invoqué implicitement par MM. Bertin et Garbe :

» *La variation totale de la somme des moments des quantités de mouvement*

(¹) Page 30 du tome LXXXIV des *Comptes rendus*.

d'un système par rapport à un axe fixe quelconque, pendant un temps aussi quelconque, est égale à la somme des moments, par rapport à cet axe, de toutes les impulsions élémentaires des forces, correspondant aux divers éléments dont ce temps se compose.

» La question est dès lors de savoir s'il est loisible dans le cas présent de tirer de ce théorème l'équation (a). Or, c'est ce qui ne saurait être, pour les raisons suivantes :

» 1° *Le système ne se réduit pas au globe et au moulinet:* il faut joindre à ces deux corps le fluide renfermé dans l'appareil; bien que la masse de ce fluide soit extrêmement faible, les vitesses et par suite les moments des quantités de mouvement de ses atomes peuvent avoir des valeurs relativement importantes. Toutefois, il est juste de dire que rien ne s'oppose à ce que ces moments s'annulent entre eux; mais rien aussi ne le prouve.

» 2° *Les forces extérieures ne sont pas nulles :* il y a d'abord le frottement du globe contre l'air du dehors et la torsion du fil de suspension, et, en second lieu, l'action de la chaleur externe, qui est, *en définitive,* la cause ou au moins l'une des causes *premières* des mouvements observés, et qu'il est impossible, en raison même du principe aujourd'hui incontesté de l'équivalence mécanique de la chaleur, de ne pas considérer comme *l'expression de forces extérieures* (¹).

» 3° Si les résultats des expériences de MM. Bertin et Garbe satisfaisaient rigoureusement à l'équation (a), on pourrait seulement en conclure, d'après le théorème précité de Dynamique : ou qu'à chaque instant les moments des impulsions élémentaires inhérentes aux actions calorifiques et lumineuses du dehors, au frottement extérieur et à la torsion du fil de suspension, se trouvent exactement compensés par la variation élémentaire de la somme des moments des quantités de mouvement provenant du jeu du fluide intérieur; ou bien encore que ces deux espèces de quantités sont respectivement nulles.

» 4° *Il n'y a rien de concluant à tirer des expériences faites jusqu'ici,* au moins de celles où le vase et le moulinet sont l'un et l'autre abandonnés à eux-mêmes; car les chiffres obtenus diffèrent, de l'aveu même des expérimentateurs, d'avec les valeurs qu'ils devraient avoir d'après l'équation (a) dans le rapport de 92 à 82. Il semble, au surplus, peu rationnel que, pour expliquer l'écart de ces deux chiffres, MM. Bertin et Garbe invoquent le

(¹) Nous avons discuté à fond cette manière de voir dans la Note de la page 130 du tome LXXXI des *Comptes rendus*.

frottement de l'air ambiant et la torsion du fil de suspension, alors qu'ils rejettent l'intervention de toute force extérieure.

» Toutefois, l'expérience où, en paralysant le jeu de l'axe du moulinet dans sa chape, on voit la sphère demeurer immobile, semblerait prouver que la condition sus-énoncée en 3° se réalise, au moins pour l'hypothèse particulière dont il s'agit.

» Résumé. — Il résulte de nos objections que la cause du mouvement dans le radiomètre doit demeurer réservée; sans compter que les développements précédents, ne faisant aucunement entrer en ligne de compte la nature du fluide renfermé dans la boule, conviennent implicitement au cas où l'éther interviendrait plus ou moins intégralement dans le phénomène.

» La réserve que nous venons d'énoncer se trouve corroborée par la diversité des théories qu'ont données ([1]), pour expliquer la rotation des ailettes, les physiciens les plus distingués de tous les pays. Il est plausible de croire que la cause cherchée est complexe, et qu'on se trouve en face d'une superposition de plusieurs effets. Les efforts doivent tendre à bien spécifier ces effets, d'après un programme d'expériences méthodiques, qui peut ainsi se résumer :

1° Varier les substances de chaque palette et de ses faces, au point de vue spécial des diverses propriétés calorifiques et lumineuses des matières employées;

» 2° Modifier successivement la nature des rayons lumineux, et en particulier les polariser dans divers sens par rapport aux palettes;

» 3° Suspendre le globe sur deux pointes très-fines, et l'enfermer dans un récipient en verre où l'on ferait le vide.

» Jusqu'à présent, les expérimentateurs ont opéré, chacun de leur côté, suivant une voie en général limitée. Si l'on veut parvenir à des déductions bien précises, la complexité de la question exige qu'on adopte un programme analogue à celui que nous venons d'esquisser. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les moyens de faire fonctionner d'une manière automatique le tube d'amont de l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois.* Note de M. A. de Caligny.

« M. de Lagrené, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a publié, *Pl. XV* et *XVI* du tome III de son *Cours de navigation intérieure*, les dessins

([1]) Voir l'article de M. Lippmann, p. 220, année 1876, du *Journal de Physique*.

à l'échelle de l'appareil d'épargne de mon invention construit à l'écluse de l'Aubois. J'ai expliqué, dans les *Comptes rendus* des 24 février et 16 juin 1879, les principales modifications faites à cet appareil. Quand on veut remplir l'écluse, on n'a en général à faire marcher l'appareil proprement dit de remplissage que pendant trois ou quatre périodes, une grande oscillation initiale ayant d'abord fait entrer une hauteur considérable d'eau dans le sas.

» Pour faire fonctionner les trois ou quatre périodes dont il s'agit, on lève une première fois le tube dit d'amont, qui introduit directement de l'eau du bief d'amont dans l'écluse; il se lève de lui-même quand les choses sont bien disposées. Quand une certaine vitesse est acquise dans le grand tuyau de conduite, il se produit un phénomène de succion analogue à celui qui fait enfoncer les poutrelles dans les barrages : le tube d'amont redescend de lui-même sur son siége, et la colonne liquide peut, en vertu de la vitesse acquise, y descendre au-dessous du niveau du bief d'aval. Pendant que ce tube est baissé, l'eau du bief d'amont presse de haut en bas un anneau disposé extérieurement à l'extrémité inférieure, qu'elle tend à faire appliquer sur son siége, en tenant soulevé un contre-poids qui est à l'autre extrémité d'un balancier. Quand l'eau est convenablement descendue dans le tube d'aval (ainsi appelé parce qu'il met alternativement le bief d'aval en communication avec l'écluse), il se soulève de lui-même par l'action d'un contre-poids disposé à l'autre extrémité d'un balancier. Un anneau est attaché aussi à l'extrémité inférieure de ce tube, mais il est à l'*intérieur* au lieu d'être à l'*extérieur*. Il en résulte que, tant qu'il y a à l'intérieur assez d'eau pour contre-balancer le poids dont je viens de parler, ce tube reste appliqué sur son siége; mais, quand l'eau y est assez descendue pour ne plus contre-balancer ce poids, celui-ci soulève ce tube, et l'eau qui est dans le bassin d'épargne entre dans le grand tuyau de conduite à la suite de celle qui y est en mouvement vers l'écluse.

» Quand ce mouvement est éteint, on baisse le tube d'aval. L'eau entrée dans l'écluse, se trouvant à un niveau plus élevé que celui du bassin d'épargne, produit une oscillation *en retour*. L'eau remonte dans les deux tubes verticaux dont je viens de parler. Elle presse *de bas en haut* l'anneau disposé à l'extrémité inférieure du tube d'amont, de sorte que celui-ci finit par se lever lui-même, en vertu du contre-poids de son balancier. L'eau du bief d'amont entre alors dans l'écluse par le grand tuyau de conduite, comme je l'ai expliqué ci-dessus, de sorte que le tube d'amont fonctionne entièrement de lui-même, jusqu'à ce que l'eau soit descendue, dans le bassin d'épargne, au moins au niveau du bief d'aval et même en

général notablement au-dessous. Alors il suffit de tenir le tube d'amont levé, celui d'aval étant baissé, pour que l'écluse achève de se remplir.

» Il est bien à remarquer qu'on peut ne pas se servir du tout des ventelles de la porte d'amont de l'écluse ou les calfater de manière à ne s'en servir que s'il y avait des réparations à faire à l'appareil. Mais je n'entre pas ici dans ces détails, qui ne sont pas l'objet de cette Note.

» Dans ce système comme dans le bélier aspirateur, qui est appliqué avec tant de succès par M. Chemin, l'eau à épuiser entre directement dans l'appareil *sans aucun intermédiaire,* tandis que dans les béliers aspirateurs déjà employés on était obligé de prendre comme *intermédiaire* un réservoir d'air dilaté. Cette expérience, faite à l'écluse de l'Aubois, montre comme déjà réalisée, du moins quant à la partie essentielle, la possibilité d'employer mon nouveau système de béliers aspirateurs sur une très-grande échelle.

» Ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus, on est obligé en général, dans l'état actuel des choses à l'écluse de l'Aubois, de baisser à la main le tube d'aval pendant le remplissage de l'écluse. Mais, si l'on voulait rendre entièrement automatique l'appareil de remplissage, il suffirait, au lieu de se servir du tube d'aval pendant qu'on remplit l'écluse, d'ajouter un système de soupapes pouvant s'ouvrir et se fermer d'elles-mêmes d'une manière analogue à ce qui a été fait dans les expériences de M. Chemin. A cause des petites dimensions, une seule soupape suffit pour introduire l'eau à épuiser en temps utile dans les béliers aspirateurs qu'il a construits.

» En résumé, on voit que ses expériences peuvent être considérées comme servant à compléter celles de l'appareil de l'Aubois et que celui-ci peut être considéré comme un moyen de montrer la possibilité d'exécuter le nouveau bélier aspirateur dans de très-grandes dimensions, à cause de la facilité que donne, pour faire fonctionner les grands orifices, l'emploi des tubes mobiles substitués aux soupapes ordinaires. M. Chemin a d'ailleurs reproduit dans son Mémoire ci-joint le dessin des soupapes annulaires à double siége, analogues aux soupapes de Cornwall, qu'on peut substituer à ces grands tubes en entier mobiles, en les disposant de manière à les faire fonctionner d'elles-mêmes.

» Je profite de cette occasion pour remercier de nouveau M. Chemin du service qu'il a rendu à la Science par des études et des expériences délicates sur plusieurs de mes systèmes. Quant à la manière de rendre automatique dans certaines conditions le tube d'amont de l'appareil de l'Aubois, mes expériences ont été faites en 1869.

» J'ai bien trouvé moyen de faire baisser aussi de lui-même le tube d'aval pendant le remplissage, et j'ai obtenu une marche entièrement automatique de l'appareil de remplissage dans certaines conditions sans aucune autre complication. Mais jusqu'à présent ce détail n'est pas pratique, et, si l'on veut obtenir d'une manière sérieuse une marche entièrement automatique pendant le remplissage de l'écluse sans employer des moyens plus compliqués, tels que des *cataractes*, il faudra ajouter un système de soupapes analogue à celui qui est employé par M. Chemin ou signalé comme pouvant lui être substitué. Le travail de l'éclusier est d'ailleurs aujourd'hui réduit à si peu de chose, que les ingénieurs ne paraissent pas se préoccuper de ce détail, de sorte qu'il vaut probablement mieux ne pas compliquer l'appareil par l'addition d'un système quelconque de soupapes. Mais il était intéressant d'en signaler la possibilité, pour compléter l'étude de la question au point de vue des principes et de la manière d'en généraliser les applications (1) ».

---

(1) M. Chemin ayant aussi employé avec succès mon appareil automatique à tube oscillant, élevant de l'eau au moyen d'une chute motrice, qui a fonctionné aux expositions universelles de 1855 et de 1867, je lui ai conseillé, pour empêcher plus complétement le tube de rebondir sur son siége, d'employer le *frein hydraulique* appliqué à l'écluse de l'Aubois, dont j'ai plus particulièrement donné la description dans les *Comptes rendus* de la dernière séance de l'Académie des Sciences.

Il a employé aussi ma pompe aspirante sans piston ni soupape, sur laquelle j'ai publié un Mémoire, en 1867, dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville. On s'en sert pour tirer le petit-lait d'une *fromagerie*, où elle offre le double avantage d'être très-facile à nettoyer et de ne pas donner mauvais goût à ce résidu, qui est ensuite employé à nourrir des animaux. Je lui ai conseillé, pour empêcher le liquide de faire des éclaboussures, de disposer au-dessus de cette pompe *cylindro-conique* un *couvercle fixe* traversé par une tige articulée.

Celle-ci est attachée par une extrémité au sommet de cette pompe et par l'autre à la corde du balancier, qui la soulève alternativement. Cela vaut mieux, selon moi, que de rendre ce couvercle mobile avec la pompe, parce que cela permet d'élever le liquide seulement à la hauteur à laquelle on doit le verser, sauf, bien entendu, le jaillissement, qu'on ne peut éviter en vertu d'une certaine vitesse acquise.

Quant à la marche automatique du tube d'aval de l'appareil de l'Aubois *pendant la vidange du sas*, je dois dire que j'ai provisoirement supprimé l'espèce de *parapluie renversé* qui était disposé autour de l'extrémité inférieure du tube d'aval, parce que cette pièce rendait ce grand tube difficile à lever, au moins une première fois. La suppression de cette pièce n'empêche pas ce tube de retomber de lui-même en temps utile, pendant la vidange du sas, en vertu d'un phénomène de succion. Le nombre des périodes de l'appareil étant d'ailleurs réduit à trois ou quatre, la marche automatique n'a qu'une importance très-

GÉOGRAPHIE. — *Sur le canal maritime interocéanique.* Note de M. de Lesseps.

« Deux congrès internationaux viennent d'être tenus à Londres : le premier pour propager dans le monde les communications électriques suivant les progrès de la Science; le second pour assurer dans tous les pays la propriété littéraire. J'ai fait partie de la dernière Association, qui a eu pour principal résultat d'adopter à l'unanimité une résolution tendant à mettre fin à ce que l'on appelle en Angleterre *adaptation* et en Allemagne *utilisation* des Ouvrages originaux, pour lesquels on évite de payer les droits de traduction ou de réimpression en changeant les noms des auteurs, les titres des Ouvrages et en modifiant certaines rédactions, sous prétexte de les *adapter* ou de les *utiliser* pour la meilleure intelligence des lecteurs étrangers.

» Le lord maire de Londres a réuni les membres des deux Congrès internationaux dans la grande salle égyptienne de Mansion house, où notre savant Confrère de l'Institut, le professeur Owen, a vivement appuyé les résolutions relatives à la sécurité de la propriété littéraire et aux progrès de l'usage de l'électricité pour les relations écrites ou verbales. En même temps M. Owen a exprimé, aux applaudissements d'une nombreuse assemblée, ses vœux pour la prochaine exécution du canal interocéanique, à laquelle il promet le concours de la Grande-Bretagne.

» A cette occasion, permettez-moi de vous dire que je n'ai pas tardé à réunir les capitaux nécessaires pour la mise en œuvre des opérations préparatoires. Le Dr Companyo, de Perpignan, ancien médecin militaire en Algérie et qui a dirigé un service sanitaire important dans les travaux du canal de Suez, va être envoyé dans l'isthme de Panama pour y étudier les meilleurs moyens de préserver la santé des ouvriers. D'un autre côté, des agents et correspondants seront chargés de préparer le recrutement des travailleurs parmi les populations de l'Amérique les plus propres à supporter des fatigues dans les climats tropicaux. J'ai écrit en outre à l'Empereur du Brésil, dont nous connaissons tous ici l'esprit élevé et les sentiments généreux, pour lui demander son appui.

---

secondaire ; il suffit qu'elle soit en partie automatique, de manière à diminuer convenablement le travail de l'éclusier et surtout les inconvénients qui pourraient résulter de sa distraction.

» Vous voyez, messieurs, que nous commençons une œuvre qui, appuyée par la Science, sera utile à l'humanité! »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Physique, en remplacement de feu M. *de Mayer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Lissajous obtient. . . . . 24 suffrages.
M. Abria » . . . . 23 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Lissajous**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE. — *Dessin du spectre solaire*. Note de M. **Thollon**.

« Après quelques études préliminaires publiées dans les *Comptes rendus* (13 et 27 janvier 1879) et faites avec le grand spectroscope mentionné dans mes Notes, je me suis décidé à dessiner avec le même appareil toute la partie visible du spectre solaire. Un travail si considérable n'aurait pu se faire qu'avec de grandes difficultés à Paris, où les beaux jours sont si rares. Le dessin que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été exécuté en Italie. Il a 10 mètres de long, s'étend depuis A jusqu'à H et se compose d'environ quatre mille raies (celui d'Angström en contient seize cents sur une longueur de 3 mètres). Je me suis attaché à reproduire avec le plus grand soin la physionomie que donne à chaque raie l'énorme dispersion de mon appareil. L'aspect des groupes a été rendu avec toute la fidélité possible, de sorte qu'en regardant alternativement le spectre et mes dessins il est très-facile de se reconnaître partout et de retrouver tous les détails. Une division en millimètres constitue l'échelle propre au spectre; au-dessus se

trouve une échelle en longueurs d'onde, d'après Angström, permettant entre les dessins de ce savant et les miens un raccord facile. L'énorme disproportion qui existe entre les deux spectres dans le bleu et le violet ne m'a pas permis de continuer cette échelle jusqu'à H; pour l'achever, il est indispensable d'avoir comme points de repère un certain nombre de coïncidences entre les raies solaires et celles du fer. Ces déterminations exigent l'emploi de l'électricité, et cette ressource m'a fait défaut jusqu'à présent.

» Les conclusions à tirer de mon travail me semblent dignes d'intéresser les savants; mais, pour les formuler avec la sûreté et la précision convenables, elles demandent des études que je n'ai pas encore eu le temps ni la possibilité de faire. L'élargissement des raies croissant avec la dispersion, leur constitution intime, la manière dont elles se relient avec le fond du spectre, la résolution des raies considérées comme communes à deux substances, la non-résolution de celles qui appartiennent à une même substance et dans ce cas leur distance minimum, etc., sont autant d'éléments nouveaux et essentiels que les théories pourront utiliser et dont elles ne sauraient se dispenser de tenir compte. Mais ces éléments eux-mêmes exigent une étude rigoureuse, qui permette de les présenter comme des faits irrévocablement acquis à la Science. Pour le moment, je me bornerai à appeler l'attention des savants sur la singulière ressemblance des groupes A et B, qui n'ont pas encore été, que je sache, résolus d'une manière aussi complète, et à donner des raies solaires une classification à laquelle j'attache une certaine importance. D'après l'aspect qu'elles offrent dans mon spectroscope, elles rentrent toutes dans l'une ou l'autre des catégories suivantes :

» 1° Raies formées d'une nébulosité sans noyau;

» 2° Raies formées d'un noyau sans nébulosité apparente;

» 3° Raies composées d'un noyau et d'une nébulosité, où la nébulosité domine;

» 4° Raies composées d'un noyau et d'une nébulosité, où le noyau domine.

» Il m'a paru convenable de présenter à l'Académie, en même temps que mes dessins, l'instrument qui m'a servi à les exécuter. La construction en est encore tout à fait provisoire : le pied est en bois; le plateau qui supporte les prismes est une simple planchette à dessin, mais il fonctionne avec précision. Il est à vision directe, analogue à celui qui a été décrit dans les *Comptes rendus* (t. LXXXVI, p. 329 et 595), à cette différence près que le

système de prismes, au lieu d'être symétrique à l'axe de l'instrument, est symétrique à un plan perpendiculaire à cet axe. Cette disposition a l'avantage de supprimer deux réflexions; mais il faut alors que la lunette et le collimateur, aussi bien que les deux moitiés du système de prismes, soient différemment étagés. M. Laurent, qui a construit l'appareil, a eu l'heureuse idée de soumettre toutes les pièces mobiles à l'action de ressorts qui les poussent toujours dans le même sens, ce qui empêche les temps perdus de se produire.

» La description que j'ai déjà donnée du système me dispense d'entrer dans les détails; mais je dois signaler un procédé d'enregistrement qui a singulièrement abrégé et facilité mon travail. La vis de rappel qui fait mouvoir les prismes porte une tête cylindrique dont le diamètre est calculé pour donner au dessin que l'on veut faire une étendue convenable. Une longue bande de papier, dont les extrémités sont collées l'une à l'autre et dont la largeur est égale à la génératrice de la surface cylindrique, est suspendue à la tête de la vis. Un autre cylindre semblable au premier, à axe libre, est supporté par la bande de papier et la tient tendue par son poids. D'autre part, une longue coulisse adaptée sous la planchette à dessin et mue par un levier parallèlement à la vis porte un crayon toujours pressé par un ressort contre la tête de la vis. En poussant le levier, le crayon dessine un trait sur le papier. L'observateur, ayant l'œil à la lunette, tourne la vis de la main gauche, amène successivement chaque raie sur le réticule et la dessine au fur et à mesure en manœuvrant le levier de la main droite. Ce procédé, très-expéditif, se recommande à la fois par sa simplicité et sa précision. Le spectre ainsi obtenu est une fonction continue de la déviation et se prête à toutes les interpolations.

» Les prismes composés à sulfure de carbone qui entrent dans la composition de mon appareil et m'ont permis d'atteindre à des dispersions inconnues jusqu'à ce jour ont supporté très-avantageusement l'épreuve à laquelle ils ont été soumis. La seule précaution à prendre est de les garantir soigneusement de toute variation de température; plus on fait dans ce sens, plus les résultats sont satisfaisants.

» Il est bon d'ajouter que S. A. le prince Nicolas d'Oldenbourg, ayant pris à mes études un très-vif intérêt, m'a offert à San-Remo la plus aimable hospitalité et un petit observatoire qu'il a fait installer à mon intention. Je profite de l'occasion pour lui témoigner ma plus vive reconnaissance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur la réapparition du Phylloxera dans les vignobles soumis aux opérations insecticides.* Lettre de M. MARION à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai eu déjà l'occasion de vous écrire qu'il me semblait convenable d'attribuer à plusieurs causes la réapparition du Phylloxera, signalée au mois de juillet dans les vignobles soumis à des opérations insecticides culturales. Sans doute la migration des aptères ordinaires, quittant à cette époque de l'année les racines de la plante pour errer sur les organes aériens ou à la surface du sol, est susceptible, avec l'aide du vent, d'occasionner des invasions nouvelles dans un champ entouré de vignes contaminées, mais il est certain aussi que les individus issus de l'œuf d'hiver, et surtout que les insectes épargnés par l'agent toxique, jouent un rôle important dans le phénomène. J'espère pouvoir montrer, en rendant compte de la mission que l'Académie a bien voulu me confier, que dans nos contrées les aphidiens de nouvelle génération, toujours très-rares et d'une recherche difficile, sont réunis sur les racines dès le milieu du mois de mai. Je rappellerai les petits aptères particuliers soumis en 1876 à l'examen de M. le professeur Balbiani, et je mentionnerai quelques nouvelles observations relatives aux mêmes phases du parasite. On conçoit facilement qu'un délai de plusieurs mois soit nécessaire pour que quelques insectes descendus sous terre au printemps se multiplient au point que leur progéniture occupe tout le système radiculaire. La même remarque s'applique aux pucerons hibernants qui peuvent échapper aux agents insecticides dans les opérations simplement culturales.

» Le terme de *réinvasion,* par lequel on désigne le phénomène du mois de juillet, a été surtout employé à propos des vignobles submergés. Il a été dit que le procédé de submersion, dont les bons effets restent indiscutables, détruit totalement chaque année les Phylloxeras hibernants, et que les colonies qui se montrent en juillet proviennent uniquement des foyers voisins laissés sans traitement. J'ai cru pouvoir émettre à ce propos, et en diverses circonstances, des doutes qui se trouvent aujourd'hui parfaitement justifiés par les résultats des recherches que nous venons de faire, le 4 juin, M. Faucon, M. Foëx, le moniteur Lieutaud et moi, dans les belles vignes du mas de Fabre. Le parasite est certainement très-rare en ce moment dans

ces terrains, soumis depuis de longues années à une submersion bien régulière, mais nous l'avons trouvé cependant dans une tache déjà ancienne, située aux abords mêmes de la ferme. Dans une vigne voisine, dépendant du mas de Martin, submergée convenablement depuis deux ans, la présence de l'insecte a été également constatée. Il convient de remarquer que, tandis que dans la propriété Fontaine, sise dans la même région et abandonnée sans traitement, les pondeuses sont déjà entourées de leurs *pseudova,* les Phylloxeras observés dans les terres submergées en hiver et encore peu réchauffées entrent à peine en activité. L'un d'eux n'avait pas achevé ses mues; aucun n'avait commencé la ponte.

» Il est donc bien acquis que la submersion ne détruit point absolument tous les insectes et que, sans parler des pucerons de nouvelle génération et de la dispersion possible des aptères durant le mois de juillet, l'origine des colonies qui obligent M. Faucon à submerger chaque hiver doit être attribuée en grande partie à ces insectes épargnés dont nous venons de constater l'existence.

» On aurait tort de conclure à l'impossibilité d'anéantir complétement un foyer phylloxérique. Le procédé de submersion, excellent au point de vue cultural, n'est certainement pas le plus énergique. Il suffit de rappeler que, dans des champs traités culturalement au sulfure de carbone, la réinvasion de juillet tend promptement à s'amoindrir. Elle a été à peu près nulle dès la seconde année dans une parcelle du vignoble du Galetas (Marseille). Tout nous laisse espérer enfin que ce résultat aura été promptement réalisé dans les taches de la Côte-d'Or au moyen des opérations intensives que j'ai analysées ailleurs, et malgré toutes les conditions défavorables d'un sol peu profond et rocheux qui, à Norges principalement, pouvaient contrarier la diffusion des vapeurs toxiques. »

M. **Dumas**, après avoir donné connaissance de la Lettre de M. Marion, expose en quelques mots les opinions qui ont été professées au sujet de la réapparition du Phylloxera en juillet dans les vignes inondées ou soumises aux insecticides.

« On a pensé qu'elle provenait de l'intervention sur les vignobles traités de quelques insectes venus de vignes voisines non traitées ou bien de l'éclosion tardive de quelques œufs d'hiver épargnés par l'inondation ou par les insecticides eux-mêmes.

» M. Dumas est d'avis que la cause de cet incident est bien plus simple.

Il n'a jamais pensé qu'on pût arriver à l'entière extermination de l'insecte par l'eau et même par les insecticides. Quand on immerge une masse terreuse et qu'on ne la soustrait pas à la pression de l'air, en la plaçant dans le vide, il reste, attachées aux parcelles solides ou confinées dans quelques cavités, des bulles ou provisions d'air qui peuvent parfaitement suffire à l'existence du Phylloxera pendant l'hiver. Le printemps venu, l'insecte se multipliera, et en été il aura déjà constitué une population assez nombreuse pour que son existence puisse frapper les yeux les moins exercés.

» Du reste, la Commission du Phylloxera a pensé qu'il importait de savoir à quelle cause il fallait attribuer les réinvasions et comment on pouvait par suite arriver à les prévenir. Elle a chargé un certain nombre de délégués, spécialement désignés à son choix par leur science, leur compétence et leur séjour au milieu des contrées ravagées, d'étudier cette question, et ils ont bien voulu accepter cette mission, qui les occupe en ce moment. Ils nous apprendront si les réinvasions de juillet tiennent à une nouvelle infection par les vignes voisines, à l'éclosion tardive de quelques œufs d'hiver aériens, à des Phylloxeras souterrains épargnés ou à toute autre cause encore ignorée, soit accidentelle, soit normale et physiologique. »

M. **Maurin** soumet au jugement de l'Académie une explication des phénomènes sonores dans le porte-voix et le cornet acoustique.

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin.)

CORRESPONDANCE.

M. **Stokes**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Finska kranier jämte nagra natur-och literaturstudier inom andra omraden af Finsk antropologi skildrade », af *G. Retzius;*

2° Une brochure de M. *O. Chemin,* portant pour titre : « Mémoire sur un nouveau bélier aspirateur de M. de Caligny, pouvant tirer l'eau de toutes les profondeurs. »

ASTRONOMIE. — *Sur les positions de la comète Tempel II, 1867, déduites des quatre premières observations faites à l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro*. Note de M. L. Cruls, transmise par S. M. dom Pedro d'Alcantara.

« Les positions de la comète sont données par les différences d'ascension droite et de déclinaison avec trois étoiles de comparaison, désignées par *a*, *b* et *c*. L'étoile *a* (anonyme) est rapportée à l'étoile *b*. Les étoiles *b* et *c* sont cataloguées dans les Tables de Lalande sous les numéros 30617 et 30681. Les différences sont données en prenant les coordonnées de la comète *moins* celles de l'étoile de comparaison.

Dates. 1879.	Temps moyen de Rio.	Étoile.	Æ ●* — Æ ★. Diff. d'Æ.	D ●* — D ★. Diff. de D. sud.
	h m s		m s	′ ″
Mai 23 . . .	9.15.20,93	*a*	+0.36,19	+ 0. 8,2
» 23. . . .	16.49. 8,38	*a*	+0.25,47	+ 3. 6,7
» 24.	10.56.28,11	*b*	+0.58,02	+ 1.35,0
» 24.	10.56.28,11	*c*	−1.34,80	− 0.48,0
» 25.	9.28. 1,43	*b*	+0.25,25	+10.41,4
» 25.	9.28. 1,43	*c*	−2. 6,40	+ 8.18,6
		a − *b*	+0.55.14	− 8.25,0

» La comète se présente sous la forme d'une petite nébulosité ronde, avec une légère condensation de lumière dans le centre. Les observations ont été faites avec l'équatorial de $0^m,25$ d'ouverture. La faiblesse de sa lumière est extrême, ce qui m'a rendu très-difficiles les observations précédentes. Aucun avis qu'elle ait été vue en Europe ou en Amérique n'est encore parvenu à l'Observatoire impérial. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Résolution des systèmes de congruences linéaires*. Note de M. D. Demeczky de Gyergyószentmiklos, présentée par M. Ch. Hermite.

« 1. Je prends n congruences linéaires avec n variables $x_1, \ldots, x_n$ par rapport à un même module m. On peut les écrire de la manière suivante :

$$(1)\quad a_{1\rho}x_1 + \ldots + a_{\rho k}x_k + \ldots + a_{\rho n}x_n \equiv u_\rho \pmod{m} \quad (\rho = 1, 2, \ldots, n).$$

» J'appelle D le déterminant du système

$$a_{\rho 1},\ a_{\rho 2},\ \ldots,\ a_{\rho k},\ \ldots,\ a_{\rho n} \quad (\rho = 1, 2, \ldots, n).$$

» J'appelle encore $A_{\rho k}$ le sous-déterminant du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre par rapport à l'élément $a_{\rho k}$. Pour obtenir la valeur x_k, je multiplie les congruences du système (1) respectivement par $A_{1k}, A_{2k}, \ldots, A_{\rho k}, \ldots, A_{nk}$. J'additionne maintenant ces nouvelles congruences et j'obtiens

$$(2) \qquad Dx_k \equiv V_k \pmod{m},$$

où V_k est un déterminant de la forme

$$V_k \equiv A_{1k}u_1 + \ldots + A_{\rho k}u_\rho + \ldots + A_{nk}u_n.$$

» Il est évident que toutes les valeurs possibles qui peuvent satisfaire au système (1) sont données par la formule (2).

» **2.** Nous allons chercher maintenant combien il y a de systèmes de valeurs données par la formule (2) satisfaisant simultanément au système (1). Nous distinguons trois cas :

» 1° Soit δ le plus grand commun diviseur des nombres m et D, et supposons que l'on trouve parmi les déterminants $V_1, \ldots, V_n$ au moins un qui n'est pas divisible par δ. Dans ce cas, le système (1) n'a aucune solution.

» 2° Supposons les nombres m et D premiers entre eux. Dans ce cas on trouve, au moyen de la formule (2), une valeur et une seule pour chaque variable. Ces valeurs sont simultanées et forment un système satisfaisant au système (1).

» En effet, si l'on multiplie d'abord le système (1) par le déterminant D, et que l'on remplace les expressions $Dx_1, \ldots, Dx_n$ respectivement par $V_1, \ldots, V_n$, on obtient

$$(3) \qquad a_{\rho 1}V_1 + \ldots + a_{\rho k}V_k + \ldots + a_{\rho n}V_n \equiv Du_\rho \pmod{m}.$$

» En substituant les valeurs de $V_1, \ldots, V_n$, on verra que la congruence (3) est une identité, et, par conséquent, dans ce cas, les valeurs données par la formule (2) satisfont simultanément au système (1).

» **3.** Enfin, nous examinerons le cas où $V_1, \ldots, V_n$ sont tous divisibles par δ. Nous obtenons dans ce cas, par la formule (2),

$$x_k \equiv \alpha_k \left(\mathrm{mod.}\ \frac{m}{\delta}\right),$$

et alors

$$x_k \equiv \alpha_k + t_k\frac{m}{\delta} \pmod{m}.$$

Je substitue ces valeurs dans le système (1) et j'obtiens

$$(a_{\rho 1} t_1 + \ldots + a_{\rho n} t_n)\frac{m}{\delta} \equiv u_\rho - (a_{\rho 1}\alpha_1 + \ldots + a_{\rho n}\alpha_n) \pmod{m},$$

$$a_{\rho 1} t_1 + \ldots + a_{\rho n} t_n \equiv w_\rho \pmod{\delta}.$$

J'ai transformé par là le système (1) dans un autre ayant pour module un diviseur du déterminant D.

» Pour résoudre un tel système, soit un sous-déterminant d'ordre $n-1$, par exemple A_{11}, différent de zéro par rapport au module δ. Dans ce système, $D \equiv 0 \pmod{\delta}$. Or, d'après l'identité suivante,

$$\begin{vmatrix} a_{11}x_1 & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1}x_1 & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_1 & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ w_n & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix},$$

on aura

$$\begin{vmatrix} w_1 & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ w_n & a_{n2} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod{\delta}.$$

» Telle est la condition de laquelle dépend la résolution du système (2). On voit par là que l'on peut attribuer à une des variables des valeurs arbitraires.

» Ainsi, on peut attribuer à ν variables des valeurs arbitraires, lorsqu'il y a un sous-déterminant du $(n-\nu)^{\text{ième}}$ ordre différent de $0 \pmod{\delta}$, et que les autres d'un ordre plus grand sont tous $\equiv 0 \pmod{\delta}$. On obtient, par conséquent, ν conditions pour la résolution du système (1) dans ce cas général. Nous obtenons enfin de cette manière un système dans lequel le déterminant des coefficients sera premier par rapport au module, et l'on voit clairement que, dans ce cas général, le nombre de systèmes des valeurs simultanées des variables est égal à δ^ν.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à une Note précédente sur la série de Laplace;* par M. DE SAINT-GERMAIN.

« Dans une Note que l'Académie a bien voulu insérer aux *Comptes rendus* du 9 juin, p. 1186-1188, il y a lieu de faire une rectification qui, d'ailleurs, change peu la démonstration que je proposais. Dans la limite de Y_n rappelée page 1187, ligne 14, on doit supprimer le facteur $\sin\theta'$ sous

le dernier signe d'intégration. Poisson déduisait cette inégalité de l'équation fondamentale,

$$P_n \sin\theta' = -\frac{1}{n(n+1)}\left[\frac{\partial}{\partial\theta'}\left(\sin\theta'\frac{\partial P_n}{\partial\theta'} + \frac{\partial^2 P_n}{\partial\psi'^2}\right)\right],$$

en multipliant tout par $\frac{2n+1}{4\pi}F(\theta', \psi')\,d\theta'\,d\psi'$, intégrant sur la sphère de rayon 1, et transformant à l'aide d'intégrations par parties les deux intégrales que fournit le second membre.

» Mais, au lieu de la limite donnée par l'inégalité (4), il faut chercher une limite supérieure de l'intégrale

$$B = \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} P_n\,d\theta'\,d\psi',$$

qu'on peut écrire, h étant une indéterminée, sous la forme

$$\int_0^{2\pi}\int_0^{h} P_n\,d\psi'\,d\theta' + \int_0^{2\pi}\int_{\pi-h} P_n\,d\psi'\,d\theta' + \int_0^{2\pi}\int_h^{\pi-h} P_n\,d\psi'\,d\theta';$$

la somme des deux premières intégrales est $< 4\pi h$, la troisième intégrale, en vertu de l'inégalité (4), est inférieure à

$$\frac{1}{\sin h}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} P_n \sin\theta'\,d\psi'\,d\theta' < \frac{4\pi}{\sin h\sqrt{2n+1}}.$$

» Prenons $\frac{1}{\sqrt[4]{2n+1}}$ pour la valeur de h et aussi de $\sin h$, ce qui ne donne pas d'erreur sensible, on a évidemment

$$B < \frac{8\pi}{\sqrt[4]{2n+1}}, \quad Y_n < \frac{2A\sqrt[4]{(2n+1)^3}}{n(n+1)} < \frac{4A}{n\sqrt[4]{n}}.$$

Il faut alors remplacer la série (5), dans laquelle j'avais transformé la série (2), par la suivante :

$$2A\left(\omega_0 + \omega_1\alpha + \omega_2\frac{\alpha^2}{2\sqrt[4]{2}} + \ldots + \omega_n\frac{\alpha^n}{n\sqrt[4]{n}} + \cdots\right);$$

mais la démonstration s'achève exactement comme je l'ai fait dans la Note du 9 juin. »

THERMODYNAMIQUE. — *Étude de la constitution moléculaire des liquides au moyen de leur coefficient de dilatation, de leur chaleur spécifique et de leur poids atomique.* Note de M. **R. Pictet.**

« Dans une Note précédente ([1]), nous avons démontré que pour les corps solides il existe un rapport simple entre le poids atomique de ces corps, leur longueur d'oscillation calorifique et leur température de fusion. Ce rapport est la conséquence nécessaire de l'universalité des lois de l'attraction universelle et de la représentation la plus simple de la température, considérée comme l'*amplitude* des oscillations calorifiques.

» Lorsque des solides on passe à l'étude des liquides, on doit s'attendre à trouver des analogies qui serviront de critérium pour constater la constitution des corps liquides. En effet, un corps solide se formant toujours par la condensation d'un liquide, chaque *molécule solide* doit contenir *au minimum deux molécules liquides.* Mais nous avons démontré qu'au point de fusion d'un corps solide quelconque la *cohésion* moléculaire est *devenue égale* pour tous les corps. Donc, à partir du point de fusion, les forces intérieures étant égales pour tous les liquides, les longueurs d'oscillation calorifique doivent forcément être une fonction des masses moléculaires pour une même élévation de température. Si nous comparons tous les liquides à *leur point d'ébullition*, un raisonnement identique à celui que nous avons fait pour les solides nous amènera à la même formule numérique.

» Nous prendrons des poids de liquide qui absorbent des quantités de chaleur égales pour passer d'une température fixe à une autre supérieure. Les poids ainsi obtenus seront les poids *atomiques physiques,* multiples des poids atomiques chimiques, en raison inverse des chaleurs spécifiques. Nous prendrons ensuite la dilatation linéaire du liquide entre le point de fusion et le point d'ébullition. Nous en déduirons le coefficient de dilatation moyen.

» Appelant t' la température centigrade de fusion, t'' la température d'ébullition, α le coefficient de dilatation moyen et n un nombre proportionnel au nombre de molécules liquides, nous avons les relations fondamentales:

$$\text{(1)} \qquad \text{longueur d'oscillation totale } l = \frac{\alpha}{\sqrt[3]{\frac{d}{p}}},$$

$$\text{(2)} \qquad l\mathrm{T}'' = kn.$$

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 855.

» Dans l'équation (2), k est une constante se rapportant à la longueur d'oscillation calorifique de deux molécules liquides élémentaires.

» T″ est la température absolue d'ébullition du liquide sous la pression atmosphérique.

» Le nombre n, trouvé expérimentalement en remplaçant dans ces deux équations les lettres par leurs valeurs observées, représente exactement pour tous les liquides le rapport dans lequel les éléments liquides se transforment en une molécule solide sur l'arête d'un cube.

» En conséquence, si l'on envisage la plus petite goutte de liquide réduite à sa plus simple expression, le nombre d'éléments qu'elle contiendra sera proportionnel au *cube de n* et variable suivant la nature du corps, ainsi que le prouvent les chiffres des Tableaux qui vont suivre.

» Pour donner aux vérifications numériques leur plus grande précision, nous avons dressé le Tableau des solides et des produits de leur longueur d'oscillation par leur température de fusion; ce Tableau (p. 1317) n'est que l'extension de celui trop incomplet que nous avons donné dans notre première Note.

» On y voit que la loi se vérifie avec le même degré de précision que la loi de Dulong et Petit pour les chaleurs spécifiques.

» Pour les liquides, nous trouvons toujours la formule de dilatation exprimée par l'équation générale suivante :

$$\alpha = at + bt^2 + ct^3.$$

» Différentiant cette équation et l'intégrant entre les limites t' et t'', qui correspondent aux températures de fusion et d'ébullition, nous avons l'allongement total; puis, divisant cet allongement par

$$3(t'' - t'),$$

nous obtenons le coefficient linéaire moyen entre les limites t'' et t'. C'est d'après cette méthode que nous avons calculé le Tableau II (p. 1318).

» Il nous a été impossible d'obtenir expérimentalement la valeur de t', température de fusion d'un grand nombre de liquides; pour ceux-là, nous avons pris le coefficient de dilatation à une même température zéro centigrade. La loi est donc, numériquement, légèrement modifiée; mais l'accord est encore suffisant pour démontrer qu'en considérant *la température comme une longueur d'oscillation calorifique* on trouve un rapport simple entre les poids atomiques, les dilatations et les températures des changements d'état de tous les corps de la nature.

Tableau I.

Longueurs des oscillations calorifiques des solides et produits de ces longueurs par les températures de fusion.

Solides.	p.	c.	pc.	t.	α observé.	α théorique.	δ	l observé.	l théorique.	lT.	Écarts.	
					0,00	0,00		0,00	0,00			
Indium........	56,7	0,0570	3,225	176	417,0	385	7,277	827	767	3,71	+0,28	
Sélénium......	39,5	0,0762	3,01	217	368,0	343	4,65	751	701	3,68	+0,25	+0,30
	39,75		3,03			333	4,30	772		3,79	+0,36	
Étain..........	59	0,0566	3,34	235	293,4	340	7,29	589	678	2,97	−0,46	+0,40
					306,4			615		3,10	−0,33	
Thallium......	102	0,0336	3,43	289	313,5	298	11,86	642	612	3,61	+0,18	
Cadmium......	56	0,0567	3,17	320	313,0	312	8,79	582	580	3,45	+0,02	
Plomb.........	104	0,0314	3,27	335	284,8	270	11,37	596	567	3,62	+0,19	+0,20
					286,6		11,35	600		3,64	+0,21	
Zinc...........	32,5	0,0996	3,24	412	296,8	304	7,19	491	502	3,36	−0,07	+0,01
	32,7		3,26	450	294,2	286		487	475	3,52	+0,09	
Antimoine.....	61	0,0508	3,10	440	178,8	231	6,72	373	482	2,67	−0,76	+0,36
					330,0			689		4,91	+1,48	
Tellure........	64	0,0474	3,04	525	167,5	198	6,24	364	432	2,90	−0,53	
Aluminium.....	13,75	0,2143	2,94	600	222,4	228	2,67	384	393	3,35	−0,08	−0,05
						225	2,56	389		3,40	−0,03	
Argent.........	54	0,0570	3,08	1000	191,0	158	10,53	330	270	4,13	+0,386	
					162,0			280		3,51		
Cuivre........	31,75	0,0952	3,02	1050	171,8	150	8,90	263	260	3,47	+0,04	
Or............	98,5	0,0321	3,17	1100	144,0	145	19,31	248	250	3,41	−0,02	+0,07
	9				151,4			261		3,60	+0,17	
	98,3				148,3	146	//	255		3,50	+0,07	
Nickel.........	29,5	0,1086	3,21	1450	127,9	131	8,60	193	200	3,33	−0,10	
Cobalt.........	29,5	0,1070	3,16	1500	123,6	128	8,68	186	194	3,30	−0,13	
Fer...........	28	0,1138	3,19	1500	118,2	126	7,79	181	194	3,21	−0,22	−0,11
				1600	//	119	//	//	184	3,42	−0,01	
				//	117,2	//	//	178		3,34	−0,09	
Palladium.....	53	0,0593	3,14	1700	100,0	102	11,30	167	174	3,30	−0,13	
Ruthénium....	52	//	//	1800?	096,3	096?	11,4	160	166?	3,43?	±0,00	
Rhodium......	52	0,0580	3,02	2000?	085,0	093?	12,1	139	152?	3,15?	−0,28	
Platine........	99	0,0324	3,21	2000	088,4	091	21,45	147	152	3,34	−0,09	
Osmium.......	100	0,0311	3,11	2500?	065,7	074?	21,35	109	124?	3,04?	−0,39	
Iridium........	98,6	0,0326	3,21	2500?	068,3	074?	21,15	114	124?	3,17?	−0,26	
Verre..........	16,4	0,1977	3,24	650	203,3	200	2,527	379	373	3,50	+0,07	
								Moyenne.....		3,434		

TABLEAU II.

Longueur d'oscillation des liquides permettant d'obtenir les valeurs de n numériquement.

DÉSIGNATION DU LIQUIDE.	FORMULE.	POIDS atomique p	c.	pc.	t'.	t''.	α.	δ.	$i=\dfrac{\alpha}{\sqrt[3]{\dfrac{d}{p}}}$.	$lT''=kn$.	n.	k.
					°	°	α moyen.					
Eau	$(H^2O)^{12}$	216	1,00	216	0	+100	0,01419	1,00	0,0852	31,8	2	15,90
Éther	$(C^4H^{10}O)^6$	444	0,5290	244	−31	+ 35,5	0,0508	0,730	0,430	132,6	8	16,58
Essence de térébenthine	$(C^{10}H^{16})^4$	544	0,4106	224	−10	+150	0,0340	0,864	0,293	124,0	8	15,50
Mercure	$(Hg^2)^{36}$	7200	0,0319	230	−39,5	+350	0,00624	13,596	0,0507	31,6	2	15,80
Brome	$(Br^2)^{18}$	2878	0,0843	243	− 7,5	+ 63	0,0333	3,1872	0,3225	108,5	7	15,50
Benzine	$(C^6H^6)^7$	546	0,4360	238	+ 6	+ 80	0,0448	0,890	0,382	135,2	9	15,02
							α à zéro.					
Acétone	$(C^3H^6O)^7$	406	0,5064	205	″	55,6	0,0449	0,792	0,360	118,5	8	14,81
Sulfure de carbone	$(CS^2)^{12}$	912	0,2352	213	″	46	0,0380	1,263	0,341	108,8	7	15,54
Chloroforme	$(CHCl^3)^9$	1075	0,2323	250	″	61,0	0,0369	1,525	0,328	109,7	7	15,67
Alcool	$(C^2H^6O)^9$	414	0,5475	228	″	78,21	0,0347	0,795	0,280	98,5	6	16,42
Esprit de bois	$(CH^4O)^{12}$	384	0,601	231	″	67	0,0395	0,801	0,311	106,0	7	15,14
Éther iodhydrique	$(C^2H^5I)^9$	1405	0,1616	227	″	70	0,0381	1,9755	0,340	116,9	8	14,61
Éther acétique	$(C^4H^8O^2)^6$	528	0,5274	277	″	74	0,0425	0,9051	0,355	123,2	8	15,40
Liqueur des Hollandais	$(C^2H^4Cl^2)^4$	782	0,2922	231	″	84,5	0,0373	1,2803	0,317	113,2	7	16,17
Perchlorure de carbone	$(CCl^4)^7$	1079	0,1980	213	″	78	0,0395	1,6298	0,344	121,0	8	15,12
Éther éthyloxalique	$(C^4H^{10}C^2O^4)^4$	584	0,4554	266	″	187,8	0,0356	1,0824	0,291	134,2	9	14,91
										Somme		248,09
										Moyenne		15,506

» Nous montrerons, dans un Ouvrage qui va bientôt paraître ([1]), que cette définition de la température rend compte directement des deux principes fondamentaux de la Thermodynamique et des phénomènes de Thermochimie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Explication du bolide de Genève du 7 juin 1879.* Note de M. G. OLTRAMARE.

« Le 7 juin 1879, à $9^h 30^m$ du soir, un magnifique bolide a été vu des différents points du canton de Genève. Sans avoir été témoin oculaire du phénomène, nous avons recueilli de plusieurs personnes dignes de confiance les renseignements suivants, que nous avons contrôlés le mieux qu'il nous a été possible.

» A $9^h 30^m$, une demi-heure avant qu'on entendît aucun coup de tonnerre, on a aperçu un gros nuage qui s'avançait du côté du sud-est. Au même moment, il a émergé de cette masse un globe parfaitement rond et remarquablement blanc jaunâtre, qui s'est éloigné du nuage dans la direction sud-sud-est au nord-nord-ouest. Ce globe s'est illuminé d'une couleur rouge blanchâtre, suivant le témoignage de plusieurs observateurs, d'une couleur rouge frangé de vert, selon d'autres; la vive lueur qu'il projetait faisait contraste avec l'obscurité du ciel.

» La rapidité de la course de ce gigantesque météore était extrême; il a disparu, après trois ou quatre secondes, derrière la montagne des Voirons, de sorte qu'aucun témoin n'a pu contempler la fin du phénomène.

» Tous les observateurs s'accordent à dire que sa grosseur était à peu près celle de la Lune à son lever; mais ce qui les a surtout frappés, c'est un violent mouvement oscillatoire qui a accompagné le météore dans tout son trajet, ainsi qu'une traînée lumineuse analogue à celle d'une grosse fusée.

» En résumé, c'est un *tonnerre en boule* dont nous avons été témoin et nous allons exposer, en quelques mots, de quelle manière nous nous en sommes rendu compte, en laissant aux physiciens et aux météorologistes le soin de se prononcer sur notre explication.

» Nous devons reconnaître, surtout dans un pays composé de vallées comme le nôtre, qu'il existe une très-inégale distribution de l'électricité atmosphérique dans l'air qui avoisine la surface terrestre. Par le fait de certaines circonstances bien difficiles à prévoir, mais faciles à constater,

([1]) *Synthèse de la chaleur*, par R. Pictet.

certaines portions de notre atmosphère sont, jusqu'à une certaine hauteur, dans un état négatif très-variable d'un lieu à un autre.

» Supposons maintenant, comme on l'a observé, qu'un nuage orageux, c'est-à-dire chargé d'électricité positive, vienne à se rapprocher de cette localité; il pourra arriver qu'une décharge ait lieu entre le nuage et la terre : c'est le cas d'un coup de foudre ordinaire. Mais, dans le phénomène que nous examinons, cette circonstance ne s'est pas présentée; le nuage a donné naissance à un globe de feu.

» Comme on sait que la distribution du fluide électrique sur la surface d'un corps conducteur dépend tout particulièrement de sa forme, on peut admettre avec raison que dans une nuée électrisée, dont la configuration varie à tout instant, il y aura un mouvement continuel du fluide libre à sa surface qui se portera tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, de sorte que les parties saillantes en seront fortement chargées tandis que les parties rentrantes n'en contiendront pas. Supposons donc qu'à l'une des extrémités du nuage vienne se concentrer une grande quantité d'électricité. L'effet de cette accumulation sera, dans le cas ordinaire, de produire un coup de foudre, l'électricité s'échappant du nuage et allant se combiner avec l'électricité négative de la Terre; mais il peut arriver que cette électricité détache de la masse et entraîne avec elle un fragment de la nue, qui constituera un nuage de petite dimension, fortement électrisé et complétement abandonné à lui-même, sous l'action de l'électricité libre sur sa surface. Ce nouveau nuage prendra la forme sphérique par l'action répulsive du fluide : c'est le *bolide* ou l'*éclair en boule* à l'état naissant.

» Le bolide ne tardera pas à se mettre en mouvement, repoussé d'une part par la partie restante de la masse nuageuse qui possède la même électricité que lui, et attiré d'un autre côté vers les régions atmosphériques qui possèdent une électricité de nom contraire; il en résultera pour le mobile une certaine direction qui tendra à le transporter vers les localités voisines de la Terre qui sont plus particulièrement dans un état négatif.

» La couleur blanche qu'il affecte à son départ est très-probablement due à la combinaison des deux électricités dans un milieu encore peu chargé d'électricité négative; mais, très-rapidement attiré dans un autre milieu où cette électricité devient plus abondante par l'action même du bolide, il s'illuminera et jettera une vive clarté. Le mouvement oscillatoire n'est qu'une conséquence de la répartition inégale du fluide négatif répandu dans l'air; les lieux où cet agent est en grande quantité amèneront, par leur attraction, des perturbations dans le trajet.

» Nous n'avons aucune donnée sur la fin du phénomène, puisque le mé-

téore a disparu caché par une montagne; mais il est à présumer qu'il a fait explosion, comme cela a été constaté dans des circonstances analogues. On ne saurait douter que cette explosion ne soit le résultat de la combinaison des deux électricités dans le lieu où le fluide négatif se trouvait accumulé en plus grande quantité, combinaison qui a eu pour effet de décomposer la portion aqueuse du bolide.

» Il est facile de déduire de l'explication que nous venons de donner que le *tonnerre en boule* ne diffère du tonnerre ordinaire que par un seul point, qui suffit cependant à donner au phénomène un aspect tout différent : dans le cas de la foudre ordinaire, l'électricité s'écoule simplement du nuage sans entraîner aucune matière avec elle, tandis que, dans le tonnerre en boule, elle en détache un fragment. Cette circonstance a pour effet de constituer le globe sphérique du bolide, de ralentir le mouvement de l'électricité qui l'enveloppe et de permettre à cette électricité de se combiner plus lentement avec l'électricité négative atmosphérique; les oscillations du bolide peuvent être assimilées aux zigzags de la foudre, que nous regardons comme devant être attribués à la même cause. »

CHIMIE. — *Étude sur les alliages de plomb et d'antimoine, et en particulier sur les liquations et les sursaturations qu'ils présentent*. Mémoire de M. **Fr. de Jussieu**. (Extrait par l'auteur.)

« I. *Préparation*. — Les alliages de plomb et d'antimoine s'obtiennent en introduisant le régule dans le plomb chauffé au rouge. La combinaison a lieu aussitôt que l'antimoine est fondu.

» II. *Propriétés physiques*. — Ces alliages, solides à la température ordinaire, entrent en fusion à 355 degrés environ. Ils n'émettent pas de vapeurs lorsqu'on les chauffe au rouge. Ils sont solubles dans le plomb fondu et cristallisent par liquation dans le système rhomboédrique. Ils subissent l'action de la trempe dont l'effet, très-sensible à la surface du métal, décroît rapidement et n'affecte pas le milieu du lingot.

» III. *Propriétés chimiques*. — Ces alliages sont peu fixes; ils se décomposent facilement sous l'influence de la chaleur et forment un alliage plus riche en antimoine que l'alliage employé, ce qui met en liberté une certaine quantité de plomb. De là naissent de nombreux phénomènes de liquation.

» Ce phénomène de liquation ne cesse pas en abaissant la tempéra-

ture du mélange. Si l'on y introduit de l'alliage solide, mais encore chaud et amorphe, le phénomène persiste. Si, au contraire, on y introduit du métal froid et cristallin, il y a décomposition de l'alliage surantimonieux et recomposition du premier par cristallisation autour du noyau introduit. En agitant le métal en liquation à une température inférieure à celle où la liquation s'est produite, on obtient aussi la recomposition de l'alliage primitif, lorsque l'agitation a fait naître ou détacher des bords un noyau cristallin.

» Le phénomène de sursaturation est parfaitement caractérisé, comme pour le sulfate de soude en dissolution dans l'eau; ces phénomènes sont identiques au fond et se produisent dans des circonstances analogues. »

CHIMIE. — *Note sur la production de l'hydrocellulose;* par M. A. GIRARD.

« Le composé défini que j'ai fait connaître sous le nom d'*hydrocellulose* et que j'ai obtenu en soumettant les matières cellulosiques à l'action des acides liquides ou dissous peut également prendre naissance au contact des acides gazeux.

» Si, par exemple, on soumet une matière cellulosique quelconque : coton, lin, chanvre, jute, paille, bois, moelle de sureau, noix de Phytelephas, etc., à l'action d'un courant d'acide chlorhydrique gazeux, non desséché et produit soit par la décomposition du sel, soit par la distillation de l'acide à 21 degrés B. du commerce, on voit, en des temps variables suivant la perméabilité de la matière, celle-ci devenir friable et acquérir tous les caractères de l'hydrocellulose. Avec certaines variétés, la modification est assez rapide pour qu'on puisse y trouver l'objet d'une élégante expérience de cours; quelques minutes suffisent à transformer en hydrocellulose friable le coton en touffes. Les acides iodhydrique, bromhydrique, fluorhydrique, etc., donnent des résultats identiques. D'autre part, les vapeurs émises à la température ordinaire ou à des températures peu élevées par les acides sulfurique, nitrique, etc., agissent de la même façon, et, parmi les acides minéraux, les acides sulfhydrique et sulfureux sont les seuls qui, dans les conditions normales, m'aient donné des résultats négatifs. Encore convient-il d'ajouter qu'à la longue, au contact de l'air humide, on les voit, du fait de leur transformation en acide sulfurique, donner naissance au même phénomène.

» La production de l'hydrocellulose par les acides gazeux présente, au

point de vue des applications que cette matière peut recevoir, et reçoit déjà, un intérêt sérieux; mais, au point de vue théorique, elle présente un intérêt plus grand encore. Elle fournit, en effet, la démonstration péremptoire du procédé d'hydratation d'où résulte l'hydrocellulose; c'est ce que montre l'expérience suivante.

» Deux tubes de verre semblables ont reçu l'un et l'autre quelques grammes de coton préalablement purifié et débarrassé de la matière cireuse dont les fibres sont normalement imprégnées.

» Dans ces tubes mêmes, le coton a été desséché à 105 degrés par un courant d'air, puis les tubes ont été scellés et abandonnés au refroidissement. Une fois refroidis, ils ont été l'un et l'autre et successivement mis en communication avec un courant d'acide chlorhydrique absolument sec, et pendant deux heures le coton a été soumis à l'action de ce gaz. Au bout de ce temps, le coton placé dans l'un des tubes en a été retiré : aucune modification de la cellulose ne s'était produite; les fibres avaient conservé toute leur ténacité; l'acide chlorhydrique sec, agissant sur le coton sec également, n'avait produit aucune transformation; mais il a suffi de placer ce coton dans une atmosphère humide et chlorhydrique à la fois, pour voir, en quelques heures, l'hydratation de la cellulose se produire. D'un autre côté, le deuxième tube scellé à la lampe après le passage du gaz chlorhydrique a été laissé cinq jours en cet état; au bout de ce temps, il a été ouvert à son tour, et la cellulose y a été trouvée inattaquée comme au premier moment; mais, en peu d'instants, sous l'influence de l'humidité, j'ai vu, entre mes mains, l'hydrocellulose se former. Une élévation notable de température accompagne d'ailleurs l'hydratation de la cellulose au contact des acides gazeux.

» La transformation des matières cellulosiques dans les conditions qui viennent d'être relatées met dorénavant à la disposition des chimistes trois méthodes différentes pour obtenir l'hydrocellulose, et l'on peut à volonté :

» 1° Ou bien, comme je l'ai précédemment indiqué, faire appel aux acides liquides concentrés, et immerger pendant quelques heures la matière cellulosique dans l'acide sulfurique à 45 degrés B., dans l'acide chlorhydrique à 21 degrés B., etc.;

» 2° Ou bien, comme je l'ai déjà indiqué également, imbiber la matière d'une solution acide très-faible et l'essorer de manière qu'elle ne retienne plus que de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{5}{1000}$ de son poids d'acides sulfurique, nitrique, phosphorique, chlorhydrique, etc., pour ensuite la soumettre à une température de 50 à 80 degrés, qui en détermine la transformation rapide, ou

l'abandonner pendant quelques semaines à la température ordinaire, de manière à en déterminer lentement la transformation. A cette deuxième méthode se rattache d'ailleurs le procédé qui réside dans l'emploi de sels à réaction acide, ou susceptibles d'abandonner aisément l'acide qu'ils contiennent;

» 3° Ou bien, enfin, comme je l'indique aujourd'hui, soumettre pendant un temps qui, suivant les circonstances, pourra varier de quelques minutes à quelques heures, la matière cellulosique à l'action d'un courant de gaz acides chlorhydrique, bromhydrique, etc., hydratés. La transformation, dans ce cas, sera plus parfaite encore si, au sortir des appareils, on abandonne pendant quelque temps la masse à elle-même, avant de la soumettre au lavage.

» De ces trois méthodes, ce sont, je crois, les deux dernières qui méritent surtout l'attention du praticien. L'emploi de ces deux méthodes permet, en effet, en modérant l'action des réactifs, d'obtenir des produits mixtes, formés de cellulose non encore attaquée et d'hydrocellulose, des produits, par conséquent, de friabilité différente, et susceptibles de fournir des résultats différents aussi, au point de vue des applications et surtout au point de vue de la préparation des pyroxyles pulvérulents. »

CHIMIE. — *Sur la rétrogradation des superphosphates.* Note de M. **H. Joulie.**

« *Conclusions.* — 1° Les superphosphates, même très-chargés de fer et d'alumine, lorsqu'ils ont été préparés avec une quantité suffisante d'acide, ne subissent pas la rétrogradation de l'acide phosphorique *assimilable* (soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin); mais ils restent le plus souvent à l'état de pâte molle et élastique impropre à l'épandage.

» 2° Lorsque la dose d'acide a été réduite et que, par suite, l'attaque est incomplète, la masse se dessèche mieux; mais l'acide phosphorique assimilable subit une rétrogradation par suite de l'action des sesquioxydes sur les phosphates mono et bicalciques primitivement formés, d'où résultent des phosphates de fer et d'alumine et du *phosphate tricalcique,* beaucoup moins soluble dans le citrate que ses générateurs.

» 3° L'addition aux superphosphates de craie ou de plâtre contenant du carbonate de chaux, dans le but de les sécher, détermine immédiatement le même phénomène, dont l'intensité s'accroît ensuite avec le temps. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil respiratoire des Ampullaires.* Note de M. A. SABATIER, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* du 12 mai dernier, M. Jourdain a décrit la disposition de l'appareil respiratoire des Ampullaires; m'étant déjà occupé de ce sujet en 1877 (1) et ayant poursuivi mes recherches, je puis faire connaître de nouveaux faits qui avaient échappé aux observations de mes prédécesseurs.

» Le sang veineux revenant des diverses parties du corps se divise en trois parts : 1° l'une passe à droite dans un sinus caverneux qui accompagne l'intestin terminal : c'est le *sinus rectal* qui est un diverticulum de la cavité générale du corps; 2° la seconde part provient de la région antérieure du corps (tête, pharynx, estomac, bord antérieur de la voûte palatine) et forme à droite le *vaisseau afférent propre* du poumon qu'il circonscrit à gauche et en avant. Ce vaisseau présente une double série d'orifices pour les rameaux afférents de la voûte et du plancher de la chambre pulmonaire; 3° la troisième part, bien plus importante, se réunit dans un beau vaisseau profond à parois musculaires, qui se ramifie bientôt à la face profonde et dans l'épaisseur de la grosse glande à laquelle j'ai déjà fait allusion. De ce réseau naissent des vaisseaux efférents dont la plupart se réunissent en un gros tronc à parois musculaires qui porte le sang dans le rein : c'est le vaisseau *afférent profond du rein* qui est propre aux Ampullaires. Les autres vaisseaux qui naissent de la grosse glande se jettent successivement dans un vaisseau superficiel peu volumineux, placé sur le bord postérieur du rein et qui en est le *vaisseau afférent superficiel*, correspondant à tous égards au vaisseau afférent unique des autres Pectinibranches. Il en résulte que le sang qui a traversé la grosse glande dans un véritable système porte n'est pas, comme le pense M. Jourdain, mêlé au sang revenant des organes de la respiration, pour être *immédiatement* versé dans le cœur, mais qu'il n'arrive à ce dernier organe qu'après avoir traversé le rein d'abord, et les organes respiratoires ensuite.

» Du bord antérieur du rein naît, par des racines successives, un vaisseau efférent du rein qui, après s'être anastomosé avec le vaisseau afférent du même organe, se continue en avant sur le bord droit de la branchie prin-

(1) *Assoc. française pour l'avanc. des Sciences*, session du Havre, 1877, p. 623.

cipale, dont il constitue le vaisseau afférent. Ce vaisseau reçoit, chemin faisant, des affluents provenant du sinus rectal.

» Sur le bord gauche de la branchie, entre cette dernière et le poumon, se trouve un gros tronc qui aboutit à l'oreillette, et qui n'est pas simplement, comme le pense M. Jourdain, un vaisseau efférent de la branchie et du poumon. Ce vaisseau renferme en effet une série d'orifices en fente qui lui versent le sang de la branchie et deux séries d'orifices circulaires, dont les supérieurs sont des orifices *efférents* de la voûte pulmonaire, et dont les inférieurs sont des orifices *afférents* du plancher pulmonaire. Sur ce plancher en effet, les vaisseaux qui naissent de ces orifices se ramifient en un réseau dont les rameaux efférents convergent en un gros tronc entièrement négligé par M. Jourdain et qui, recueillant le sang de tout le plancher pulmonaire, va déboucher directement dans l'oreillette. Il résulte de là ce fait, tout à fait exceptionnel chez les Pectinibranches, que l'oreillette reçoit deux veines afférentes entièrement distinctes. L'une est branchiale et pulmonaire, l'autre est exclusivement pulmonaire. C'est là une particularité remarquable de l'anatomie des Ampullaires, qui est en relation avec la double respiration de ces animaux et avec les alternatives de fonctionnement du double appareil respiratoire.

» Le vaisseau afférent de la branchie et le vaisseau afférent propre du poumon s'abouchent en avant de manière à former une arcade antérieure. Le tronc intermédiaire s'abouche sur cette arcade très-obliquement et suivant un angle très-aigu ouvert à gauche. Il se forme ainsi entre les deux vaisseaux un éperon valvulaire dont le rôle est important à divers égards.

» Lorsque, pendant le séjour dans l'eau, la respiration et la circulation pulmonaires sont suspendues par le manque d'air et l'affaissement du poumon, le sang du vaisseau afférent propre du poumon ne pouvant traverser le réseau pulmonaire arrive en abondance au niveau de l'embouchure du tronc intermédiaire sur laquelle il applique la valvule et qu'il obture ainsi. Il est donc obligé de passer tout entier dans le vaisseau afférent de la branchie et, par suite, dans la branchie dont l'activité est ainsi fortement accrue. Lorsque au contraire, pendant le séjour dans l'air, la branchie affaissée ne fonctionne pas, le sang du vaisseau afférent de la branchie, arrivant en masse sur le tranchant de l'éperon, s'y divise en deux courants, dont l'un pénètre dans le vaisseau afférent propre du poumon, et l'autre dans le tronc intermédiaire, dont il augmente la tension et qui en distribue une partie au plancher du poumon et ramène le reste au cœur. Par là, l'activité de la circulation pulmonaire est accrue pen-

dant le repos de la branchie. Il résulte de là ce fait intéressant, que les Ampullaires, qui sont des Pectinibranches chez lesquels la respiration pulmonaire a fait son apparition, ont les vaisseaux respiratoires disposés de telle façon que, quand cette fonction d'introduction nouvelle suspend son activité, tout le sang qui eût dû traverser le réseau pulmonaire est contraint de traverser le système branchial, où son hématose est assurée. Cette curieuse disposition peut suffire à expliquer la conservation de la branchie chez des Gastéropodes où le poumon a atteint un développement si remarquable, et qui eussent pu devenir franchement pulmonés.

» La distribution des vaisseaux dans les parois pulmonaires mérite en effet une mention spéciale. Ils forment un double système de veines portes, c'est-à-dire que les vaisseaux forment sur leur trajet deux réseaux successifs séparés par des troncs intermédiaires. Cette disposition, un peu moins accentuée sur le plancher que sur la voûte, ajoutée à la présence d'un bel épithélium vibratile sur le parcours des vaisseaux pulmonaires, prouve bien le rôle actif de cet appareil comme organe d'hématose.

» Telles sont les dispositions vraiment caractéristiques de la circulation respiratoire chez les Ampullaires, telles que je les ai observées chez un grand nombre de sujets. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches expérimentales sur la valeur thérapeutique des injections intra-veineuses de lait.* Mémoire de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus**. (Extrait par les auteurs.)

« Les expériences que nous avons entreprises se divisent en quatre séries détaillées dans le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Leur objet est le suivant :

» Dans une première série, nous rangeons les injections de lait pratiquées sur des chiens de races diverses, sans soustraction préalable de sang. Il s'agit de savoir si, dans ces conditions, l'introduction d'une masse de lait, incapable de porter hors des limites normales la tension intra-vasculaire, est accompagnée ou non de troubles fonctionnels et suivie ou non de l'élimination de la substance injectée, notamment de l'apparition d'albumine dans les urines.

» Dans une deuxième série, nous injectons dans les vaisseaux de la caséine chimiquement pure à l'état de combinaison sodique, les médecins anglais et américains redoutant surtout cette matière et se préoccupant peu des globules.

» Dans une troisième série, nous nous proposons de déterminer la quantité de sang qu'il convient d'enlever à un chien pour l'amener aux conditions pathologiques dans lesquelles la transfusion est nettement indiquée.

» Enfin, dans une dernière série, nous opérons sur des chiens, après soustraction préalable d'une quantité de sang équivalant aux deux tiers ou même davantage de la masse totale du sang. Il aurait été bon, assurément, pour se rapprocher autant que possible des conditions cliniques, de pousser l'hémorrhagie jusqu'à la syncope avant de faire intervenir la transfusion lactée; malheureusement, il y a là un *desideratum* extrêmement difficile à remplir. En général, chez le chien, la syncope n'est séparée que par un court intervalle de la mort elle-même. Cependant, dans quelques cas, nous avons pu intervenir à temps.

» Nous tirons les conclusions suivantes de vingt-quatre expériences :

» 1° On peut injecter, dans le sang veineux du chien, des quantités de lait équivalant à $2^{cc},77$, 5 centimètres cubes et même 8 centimètres cubes par kilogramme du poids total, sans produire autre chose que des troubles fonctionnels incapables d'amener la mort. Dans aucun de ces cas, il n'y a eu albuminurie. Quand on dépasse notablement cette dernière limite, la mort est la conséquence plus ou moins immédiate de l'opération.

» 2° On peut introduire dans le sang veineux des quantités de caséine, en combinaison sodique, correspondant à $0^{gr},5$ par kilogramme du poids total de l'animal, sans amener aucun trouble fonctionnel. La quantité d'albumine éliminée par les urines est alors extrêmement faible. Quand on dépasse un tant soit peu cette proportion (par exemple $0^{gr},526$ par kilogramme), la mort survient à bref délai. Il est à remarquer que, le lait de vache contenant en moyenne $3^{gr},4$ de caséine par 100 centimètres cubes, les troubles fonctionnels ne doivent pas être attribués à cette substance quand on fait une injection de lait dans les limites de $8^{cc},6$ par kilogramme du poids de l'animal.

» 3° On peut enlever à des chiens des quantités de sang artériel variant depuis 29 grammes jusqu'aux environs de 40 grammes par kilogramme du poids total du corps, sans amener de troubles fonctionnels appréciables. Un seul cas exceptionnel s'est présenté. Au-dessus de ces limites, la mort est généralement la conséquence de la soustraction du sang. Néanmoins, il paraît important de tenir compte de l'espèce et de l'âge de l'animal en expérience, un chien de berger ayant survécu, sans présenter de symptômes pathologiques, à l'énorme soustraction de 52 grammes par kilogramme de son poids. La résistance à l'hémorrhagie est également moins considérable chez les jeunes animaux.

» 4° Nos injections de lait, à la dose moyenne de 90 centimètres cubes à la température moyenne de 36 degrés, ont été faites en dix minutes environ sur des chiens qu'une soustraction préalable de sang avait placés dans des conditions différentes. Nous les classons en trois catégories.

» Dans la première catégorie, la transfusion lactée a été faite alors que les chiens ne présentaient, après une soustraction de 30 grammes, 38gr, 2, 54 grammes de sang par kilogramme, aucun trouble appréciable.

» Dans la deuxième catégorie, les animaux ayant perdu 36gr, 7, 37gr, 2, 39 grammes, 40 grammes, 44gr, 6, 52gr, 7 de sang par kilogramme de leur poids ont présenté des troubles fonctionnels assez accentués pour qu'il fût permis d'y voir une indication à la transfusion. Les trois premiers nous semblent avoir repris plus rapidement leur état normal sous l'influence de l'injection du lait. Parmi les trois derniers, l'un a présenté une amélioration momentanée, que l'on n'a pas observée chez les deux autres; tous sont morts rapidement.

» Dans la troisième catégorie, nous plaçons deux animaux tombés en syncope, après soustraction de 13gr, 3 de sang par kilogramme chez le premier, de 40 grammes par kilogramme chez le second. Tous deux se sont rétablis rapidement sous l'influence de l'injection. Nous remarquons que, dans ces deux cas, la quantité de sang enlevée n'est pas incompatible avec le maintien de l'existence, d'où il est permis de conclure que la transfusion du lait peut bien ranimer les animaux extemporanément; mais, si l'hémorrhagie a eu lieu dans les limites reconnues incompatibles avec la vie, l'injection lactée est, dans tous les cas, impuissante à sauver l'animal.

» En résumé, la transfusion du lait, maintenue dans certaines limites quantitatives relativement très-étendues, est inoffensive chez le chien, mais de trop faible valeur thérapeutique pour que son emploi soit généralisé et substitué à la transfusion du sang. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'absence totale de l'amnios dans les embryons de poule.* Note de M. **Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai signalé, depuis longtemps, l'arrêt partiel de développement de l'amnios et les anomalies nombreuses que cet arrêt partiel détermine chez l'embryon. C'est la cause la plus fréquente des monstruosités simples. Il y a des cas, beaucoup moins nombreux, il est vrai, dans lesquels l'amnios fait complétement défaut. L'embryon est alors en continuité directe,

par son enveloppe cutanée, avec le feuillet séreux du blastoderme, qui ne s'est pas plissé pour former la poche amniotique. J'ai vu, dans plusieurs de ces cas, l'embryon se constituer d'une manière parfaitement normale. La paroi thoraco-abdominale s'était complétement formée, et la continuité de l'embryon avec le feuillet séreux constituait une sorte de cordon ombilical. L'allantoïde sortant de l'abdomen par ce cordon s'était engagé entre le feuillet séreux et le feuillet vasculaire.

» Les embryons, ainsi privés d'amnios, peuvent vivre pendant un temps assez long. J'ai constaté l'absence complète de l'amnios sur un embryon de treize jours, qui était plein de vie et parfaitement normal. Rien ne pouvait faire penser qu'il mourrait prochainement. Il est très-probable cependant qu'il n'aurait pas atteint l'époque de l'éclosion. L'absence de l'amnios aurait mis obstacle au développement complet de l'allantoïde: ce qui aurait produit l'asphyxie de l'embryon, comme je l'ai montré depuis longtemps. Le plus ordinairement l'absence de l'amnios amène la mort précoce de l'embryon. Souvent aussi elle détermine, dans son organisation, des modifications tératogéniques profondes.

» L'embryon privé d'amnios se comprime contre la membrane vitelline, ou, lorsque celle-ci s'est détachée, contre la membrane qui tapisse la face intérieure de la coquille. Si cette compression s'exerce de très-bonne heure, et pendant que les organes sont en voie de formation, elle modifie leur évolution et produit diverses monstruosités (exencéphalies, célosomies, déviations des membres, etc.). Il est très-curieux de voir que l'absence totale de l'amnios détermine les mêmes effets de compression que l'amnios lui-même, lorsqu'il est arrêté dans son développement, et qu'elle présente exactement les mêmes anomalies et les mêmes monstruosités, quoique d'une manière indirecte. Lorsque la compression est plus tardive et qu'elle atteint un organisme déjà constitué, les modifications tératogéniques ne sont plus possibles. Alors les effets de ces compressions se bornent à des déformations plus ou moins grandes, et qui peuvent aller, dans certains cas, jusqu'à un aplatissement presque complet. Quand elles atteignent un certain degré, ces déformations amènent la mort.

» Dans un assez grand nombre de cas, l'absence de l'amnios détermine l'adhérence de l'embryon avec la membrane vitelline, ou avec la membrane interne de la coquille, adhérence résultant de la coagulation du sang sorti des vaisseaux de l'aire vasculaire. L'embryon, ainsi collé contre la coquille, se dessèche et meurt. On l'aperçoit alors, au mirage, sous la forme d'une tache noire, complétement immobile. Geoffroy Saint-Hilaire

et Panceri ont observé assez souvent de semblables faits. Pendant longtemps, j'ai cru pouvoir les attribuer à une dessiccation trop grande de l'air dans mes couveuses artificielles. Je me suis assuré tout récemment que la dessiccation de l'air n'est pour rien dans la production de ces adhérences de l'embryon à la coquille, et qu'elles résultent uniquement de l'absence de l'amnios.

» Toutes ces observations nous font connaître le rôle physiologique de l'amnios dans la vie embryonnaire. Il est bien évident que l'amnios protége l'embryon contre toutes les actions mécaniques qui tendraient à le comprimer.

» L'état d'un embryon complétement privé d'amnios, que j'ai observé vivant, m'a permis de constater un fait physiologique très-important : il exécutait des mouvements très-manifestes dans l'eau où je l'observais, et dont la température était d'environ 40 degrés. Cet embryon avait cinq jours. Or, jusqu'à présent, les embryogénistes n'ont signalé les mouvements propres de l'embryon qu'à partir du septième jour. Avant cette époque, les déplacements de l'embryon dans l'œuf, si visibles au mirage, à travers les parois de la coquille, ont été attribués à la contractilité de l'amnios, si bien étudié par Baer et M. Vulpian, contractilité qui n'apparaît qu'au sixième jour. Les éléments contractiles de l'embryon apparaissent donc avant les éléments contractiles de l'amnios; ils se produisent au dedans de la couche épidermique de l'embryon, d'où ils se propagent au-dessous de la couche épidermique de l'amnios qui se continue sans interruption avec elle.

» Cette contractilité de l'embryon, comme celle de l'amnios qui apparaît un peu plus tard, est, au moment de son apparition, complétement indépendante de l'action nerveuse; car le système nerveux n'existe alors qu'à l'état d'ébauche. Elle entre en jeu, comme mes observations me l'ont prouvé, sous l'influence d'une température de 35 à 40 degrés. Les mouvements de l'embryon et de l'amnios se ralentissent et s'arrêtent lorsque la température s'abaisse : ils reprennent avec une grande énergie lorsque la température s'élève de nouveau. Les déplacements de l'embryon dans l'œuf dépendent donc uniquement, au moins à leur début, de la chaleur communiquée à l'œuf par l'incubation naturelle ou artificielle. Cette action de la chaleur sur les mouvements de l'embryon est tout à fait comparable à celle qu'elle exerce sur les battements du cœur. Le cœur de l'embryon sorti de l'œuf, et que l'on observe à la loupe ou au microscope, s'arrête au bout d'un certain temps, parce qu'il se refroidit. On fait repa-

raître les mouvements par l'action de la chaleur. J'ai montré, l'année dernière, que cette réapparition des battements du cœur, déjà signalée par Harvey, peut se produire même lorsque ces battements ont cessé depuis plusieurs heures. »

M. H. **Draper** présente à l'Académie, par l'entremise de M. Cornu, une épreuve photographique du spectre solaire (partie bleue et violette) et du spectre de l'oxygène : la coïncidence des raies brillantes de l'oxygène avec les plages brillantes du spectre solaire est une preuve en faveur de l'existence de l'oxygène dans le Soleil.

» M. H. Draper met sous les yeux de l'Académie les clichés négatifs originaux d'après lesquels l'épreuve ci-dessus désignée a été obtenue.

M. **Faye** ajoute les remarques suivantes sur la Communication de M. *Draper* :

« Je ne puis m'empêcher d'ajouter quelques mots à la brillante Communication que l'Académie vient d'entendre. Tout nous porte à croire que la constitution de la photosphère et sa merveilleuse alimentation sont dues à des phénomènes alternatifs de combinaisons chimiques et de dissociation s'opérant à diverses températures échelonnées au sein de la masse du Soleil, sous l'influence de mouvements verticaux ascendants et descendants. Telle est du moins l'idée que je me suis faite, par l'étude des taches, du problème que je crois avoir posé dans toute son ampleur. Naturellement, la richesse en oxygène des composés qui constituent l'écorce terrestre, tout en diminuant peu à peu dans sa profondeur, devait faire penser que ce même corps simple devait jouer un rôle analogue sur le Soleil ; mais, chose remarquable, l'analyse spectrale, venue après coup, n'en donnait nulle trace. En revanche elle accusait, autour de cet astre, une vaste atmosphère d'hydrogène presque pur et très-raréfié, dont certaines parties, fréquemment entraînées dans les profondeurs par l'action mécanique des tourbillons solaires, donnent lieu, en remontant, au phénomène des protubérances.

» M. H. Draper est enfin parvenu à retrouver l'oxygène, non dans la chromosphère, mais dans la photosphère elle-même, où il se décèle par des raies lumineuses. On dirait que, si ce gaz est à l'état de dissociation dans les profondeurs, il est immédiatement absorbé par des combinaisons multiples dans la région et à la température de la surface brillante. Je vois

dans ces faits l'espoir d'une confirmation et surtout d'une extension des vues que j'ai émises sur la constitution du Soleil; mais, quel que soit le sort que leur réserve le progrès de l'analyse spectrale, j'exprime ici mon admiration pour la découverte de M. Draper, et j'espère que ses résultats, si bien confirmés par les épreuves photographiques que notre savant confrère M. Cornu a fait passer sous les yeux de l'Académie, ne tarderont pas à être universellement acceptés par les juges compétents. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juin 1879.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées aux frais de l'État. Nouvelle série : *Astronomie*, t. I ; *Annales astronomiques*, t. II. Bruxelles, F. Hayez, 1878 ; 2 vol. in-4°.

Etudes synthétiques de Géologie expérimentale ; par M. A. Daubrée. 1re Partie : *Application de la méthode expérimentale à l'étude de divers phénomènes géologiques*. Paris, Dunod, 1879 ; in-8°.

Catalogue des Ouvrages d'Astronomie et de Météorologie qui se trouvent dans les principales bibliothèques de la Belgique, préparé et mis en ordre à l'Observatoire royal de Bruxelles. Bruxelles, F. Hayez, 1878 ; in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1878-1879. Bruxelles, F. Hayez, 1877-1878 ; 2 vol. in-32.

Histoire de l'École Centrale des Arts et Manufactures depuis sa fondation jusqu'à ce jour ; par M. Ch. de Comberousse. Paris, Gauthier-Villars, 1879 ; in-8°.

Les habitations ouvrières en tous pays. Situation en 1878. *Avenir ; par* MM. E. Muller et E. Cacheux. Paris, J. Dejey et Cie, 1879 ; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-4°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, 1878. Nantes, impr. Mellinet, 1879; in-8°.

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre Genève et Strasbourg, exécutée en 1876, *par* MM. E. PLANTAMOUR et M. LOW. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1879; in-4°.

Éclairage à l'électricité. Renseignements pratiques ; par M. H. FONTAINE. 2e édition. Paris, Baudry, 1879; in-8°.

De la déviation conjuguée de la tête et des yeux. Contribution à l'étude des localisations cérébrales; par M. le Dr J. GRASSET. Montpellier, Coulet, 1879; br. in-8°.

Note sur les spectrophotomètres ; par M. A. CROVA. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1879; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal de Physique.*)

Est-il possible de faire vivre la vigne malgré le Phylloxera? par M. J. GRÉGOIRE. Béziers, impr. Fuzier, 1878; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la constitution chimique des amalgames alcalins;* par M. BERTHELOT.

« 1. En publiant mes premières recherches sur les amalgames alcalins et sur leur rôle dans les réactions hydrogenantes, j'ai annoncé que je réservais la question des composés définis (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1110) : c'est cette question que je vais examiner. Voici comment j'ai opéré. J'ai préparé une série d'amalgames alcalins, les uns liquides, les autres solides; je les ai traités par l'acide chlorhydrique étendu, et j'ai mesuré la chaleur dégagée; en même temps, l'analyse de la liqueur finale m'a appris la proportion réelle du métal alcalin contenu dans chaque amalgame, laquelle est toujours moindre que celle employée dans la préparation, à cause de la combustion inévitable d'une partie du métal alcalin. J'ai opéré les attaques entre 16 et 18 degrés, sur une dose d'amalgame telle, que la variation thermométrique produite dans le calorimètre demeurât comprise entre 1°,5 au moins et 4 degrés au plus. On a tenu compte de l'eau vaporisée par l'hydrogène. Les amalgames ont été simplement concassés, afin de prévenir l'action de l'air, laquelle est bien plus notable sur les corps pulvérisés. Cette circonstance, aussi bien que le défaut d'homogénéité des matières, amène parfois quelques divergences sensibles dans les mesures.

2. *Amalgames de potassium.*

	Proportion du potassium dans 100 parties de l'amalgame.		Rapport équivalent.	Chaleur dégagée par la dissolution de 1 équivalent de potassium K = 39gr,1 dans l'acide chlorhydrique étendu = A.		Chaleur dégagée par la combinaison de 1 équivalent de potassium avec le mercure = Q (¹).		Observations.
				Cal				
I....	0,32 0,35	0,335	$Hg^{115}K$	36,8 34,9	35,80	+25,7	+26,2 (I et II)	Liquide.
II...	0,34			34,7		+26,8		Liquide.
III..	0,65 0,65	0,65	$Hg^{61}K$	31,4 31,2	31,30	+30,2		Liquide mélangé de cristaux.
IV...	1,34 1,34	1,34	$Hg^{29}K$	27,8 27,8	27,80	+33,7		Pâteux.
V...	2,00 1,70	1,85	$Hg^{20,8}K$	27,2 27,3	27,25	+34,2		Solide.
VI...	1,98 2,02	2,00	$Hg^{19,2}K$	27,2 26,2	26,70	+34,8		Solide.
VII..	3,40 3,40	3,40	$Hg^{11}K$	31,2 32,4	31,80	+29,7		Solide.
VIII.	8,00 environ.			41,3 41,1	41,20	+20,3	+20,6 (VIII et IX)	Solide.
IX..	7,70 8,70	8,2	$Hg^{4,4}K$	40,9 40,5	40,70	+20,8		Solide.
X...	11,90 11,80	11,85	$Hg^{2,9}K$	46,0 46,4	46,20	+15,3		Solide.

» 3. La chaleur de formation de ces amalgames suit une marche singulière; car elle augmente d'abord, passe par un maximum, pour diminuer ensuite. Nous allons rendre compte de ces variations.

» 1° *Formation de l'amalgame cristallisé.* — Le maximum répond sensiblement à un amalgame cristallisé et défini, analysé par M. Crookewitt et

(¹) Cette quantité se calcule d'après les deux cycles suivants :

État initial : $K + Hg^x + H + O + HCl$ étendu.

$K + O +$ eau $= KO$ étendue	+ 82,3
KO étendue $+ HCl$ étendu $= KCl$ étendu.	+ 13,7
	+ 96,0
Hg^x et H subsistent.	

$K + Hg^x = KHg^x$ dégage........	Q
$H + O = HO$ liquide	+ 34,5
HCl étendu $+ KHg^x = KCl$ étendu	$+ Hg^x + H$: A
	34,5 + A + Q
d'où $Q = 61,5 - A$.	

Pour les amalgames de sodium, il suffit de remplacer 82,3 par 77,6, d'où $Q' = 56,8 - A'$.

MM. Kraut et Popp [1], lequel renferme 1,6 de potassium et répond à la formule $Hg^{24}K$ (en équivalents). Sa formation

$$Hg^{24}\text{ liquide} + K = Hg^{24}K \text{ dégage : } +34^{Cal},2,$$

d'après les nombres V qui en sont les plus voisins. Cette valeur se rapporte au mercure liquide; si le mercure était regardé comme solide, d'après la chaleur de fusion donnée par Person, on aurait $+27^{Cal},5$.

» Ces valeurs sont considérables et comparables à celles des combinaisons formées en vertu d'affinités puissantes. Elles abaissent la chaleur d'oxydation du potassium dans son amalgame cristallisé à $+48^{Cal}$, nombre assimilable à la chaleur d'oxydation du manganèse.

» On remarquera encore le grand nombre d'équivalents de mercure qui concourent à la formation de l'amalgame cristallisé; le mercure semble jouer ici un rôle analogue à celui de l'eau dans les hydrates salins.

» 2° *Dissolution de l'amalgame cristallisé.* — L'étude des amalgames liquides permet de pousser plus loin cette comparaison. Ce sont en réalité les dissolutions du composé précédent dans un excès de mercure; d'où il suit que la dissolution de 1 partie de ce composé dans 4 fois son poids de mercure absorbe, pour $Hg^{24}K$, $26,2 - 34,2 = -8^{Cal},0$; nombre de l'ordre de grandeur de la chaleur de dissolution des hydrates salins. Il est voisin de la chaleur de fusion du mercure qu'il renferme ($-6,7$); relation qui se retrouve entre la chaleur de dissolution des hydrates salins et la chaleur de fusion de l'eau qui les constitue.

» 3° *Autres amalgames solides.* — Aucun autre amalgame cristallisé n'a été isolé jusqu'ici; mais les chaleurs de combinaison indiquent l'existence réelle de plusieurs composés de cette nature. Il suffit, pour s'en assurer, de ramener les valeurs de Q obtenues pour les amalgames VII, VIII, IX, X à celles qui auraient été obtenues avec des amalgames renfermant 24 Hg, en les multipliant par un rapport convenable, lequel se déduit de la deuxième colonne du Tableau. Si tous les amalgames étaient de simples mélanges mécaniques du composé défini $Hg^{24}K$ avec du potassium libre, on devrait obtenir un nombre constant; sinon les excès thermiques représenteront la chaleur dégagée par l'union de cet amalgame défini avec la dose de potassium additionnel. On peut faire ce calcul plus aisément en traçant la courbe des quantités Q et en déduisant les chaleurs de formation des amalgames, fabriqués empiriquement en proportion définie. Je trouve ainsi :

$Hg^{12} + K = Hg^{12}K \ldots +30^{Cal},3$, d'où $Hg^{24}K + K = +26^{Cal},4$,

$Hg^{4} + K = Hg^{4}K \ldots +20,0$, d'où $Hg^{12}K + K^{2} = +29,7$, ou $+14^{Cal},8$ pour K,

$Hg^{3} + K = Hg^{3}K \ldots +16,0$, d'où $Hg^{4}K + \frac{1}{3}K = +1,3$, ou $+4,0$ pour K.

[1] *Gmelin-Jørgensen*, t. III, p. 849; 1874.

» Ainsi, l'addition du potassium à chacun de ces amalgames dégage encore de la chaleur; en outre, le dégagement ne présente pas une valeur proportionnelle au potassium : ce qui traduit l'existence de plusieurs composés définis distincts. Mais, si l'existence de ces composés est ainsi établie, les rapports mêmes qui caractérisent chacun d'eux demeurent inconnus.

» Tout au plus pourrait-on admettre un amalgame $Hg^{12}K$, par analogie avec le composé cristallisé du sodium. La transformation de cet amalgame dans le corps signalé plus haut

$$Hg^{12}K + Hg^{12} = Hg^{24}K \text{ dégage : } + 3,9,$$

valeur qui mérite d'être notée comme très-voisine de la chaleur de solidification (+ 3,4) des 12 Hg qui entrent ici en réaction.

» C'est encore là une relation approchée qui s'observe dans la formation des hydrates salins successifs.

» La fixation des premiers équivalents d'eau par un sel anhydre dégage plus de chaleur que celle des suivants; il en est de même pour l'union des premiers équivalents de mercure avec le potassium. Chaque équivalent de mercure dégage au début + 5,3, puis + 4,0, puis + 1,3, puis + 0,3; décroissance qui met bien en évidence la formation successive de plusieurs composés.

4. *Amalgames de sodium.*

	Proportion du sodium dans 100 parties de l'amalgame.		Rapport équivalent.	Chaleur dégagée par la dissolution de 1 équivalent de sodium, Na = 23gr, dans l'acide chlorhydrique étendu = A.		Chaleur dégagée par la combinaison de 1 équivalent de sodium avec le mercure = Q.	Observations.
I....	0,45 0,45	0,45	$Hg^{50}Na$	37,8 38,2	38,0	18,8	Liquide.
II...	0,93 0,76	0,85	$Hg^{27}Na$	36,3 37,7	37,0	19,8	Demi-solide.
III ..	1,90 1,87	1,88	$Hg^{12}Na$	35,2 35,2	35,2	21,1	Solide.
IV ..	2,49 2,46	2,47	$Hg^{9,1}Na$	35,6 35,8	35,7	21,1	Solide.
V...	4,5 5,1	4,8	$Hg^{4,6}Na$	38,8 38,9	38,8	18,0	Solide.
VI ..	5,4 5,5	5,45	$Hg^{4}Na$	38,9 39,2	39,0	17,8	Solide.
VII..	10,0 environ		$Hg^{2,07}Na$	46,5		10,3	Solide.

» 5. La *chaleur de formation des amalgames de sodium* suit une marche

analogue à celle des amalgames de potassium; à cela près qu'elle est généralement moindre, surtout pour les amalgames riches en mercure. Elle se représente par une courbe analogue, laquelle passe de même par un maximum, situé au voisinage de 2 centièmes.

» 1° *Formation de l'amalgame cristallisé.* — Ce maximum répond à l'amalgame cristallisé $Hg^{12}Na$, défini par MM. Kraut et Popp (*loc. cit.*, p. 857). La formation de cet amalgame

$$12\,Hg \text{ liquide} + Na = Hg^{12}Na \text{ dégage : } +21{,}6;$$

si le mercure était solide, on aurait + 18,2.

» La chaleur d'oxydation du sodium dans son amalgame cristallisé se trouve réduite ainsi à $+56^{Cal}$.

» Le rapport entre les chaleurs d'oxydation des amalgames alcalins et celle du zinc est à peu près le même que celui des forces électromotrices des mêmes corps, mesurées par M. Edm. Becquerel.

» 2° *Chaleur de dissolution.* — 1 partie de l'amalgame de sodium cristallisé, en se dissolvant dans 3 parties de mercure, absorbe, pour $Hg^{12}Na$: — 2,8; valeur voisine de la chaleur de fusion du mercure (— 3,36) qu'il renferme.

» 3° *Autres amalgames solides.* — Leur existence peut être démontrée (mais non leur composition rationnelle définie), comme celle des composés potassiques.

» En effet, on trouve les valeurs suivantes pour les alliages formés en proportion empirique :

$Hg^4 + Na = Hg^4Na$.. $+17^{Cal},8$, d'où $Hg^{12}Na + Na^2 = 31^{Cal},8$, ou $+15^{Cal},9$ pour Na,
$Hg^2 + Na = Hg^2Na$.. $+10^{Cal},3$, d'où $Hg^4Na + Na = 2^{Cal},8$.

» On a encore

$$Hg^4Na + Hg^8 = Hg^{12}Na = +3{,}8,$$

valeur qui ne surpasse pas beaucoup la chaleur de solidification de Hg^8, soit + 2,2.

» Chacun des premiers équivalents de mercure uni au sodium dégage + 5,1, puis + 3,7, puis + 0,5.

» Le premier nombre est à peu près le même que pour le potassium.

» 6. Il résulte des mesures exposées ci-dessus que la chaleur d'oxydation des amalgames riches en potassium l'emporte sur celle des amalgames riches en sodium, l'écart étant analogue à celui des métaux alcalins eux-mêmes. Mais il n'en est pas de même pour les amalgames les plus riches

en mercure, la chaleur de formation de tels amalgames de potassium l'emportant au contraire sur celle des amalgames de sodium correspondants d'une quantité qui s'élève à $+ 8^{Cal},6$ pour $Hg^{12}K$ comparé à $Hg^{12}Na$, et même à $+ 12^{Cal},6$ pour $Hg^{24}K$ comparé à $Hg^{12}Na$; tandis que la chaleur d'oxydation du potassium surpasse en sens inverse et seulement de $+ 4,7$ celle du sodium. Il en résulte que la chaleur d'oxydation du potassium amalgamé peut être réduite à $+48^{Cal}$, celle du sodium étant $+ 56^{Cal}$ dans des conditions analogues; en d'autres termes, *les affinités relatives des deux métaux alcalins libres pour l'oxygène sont interverties dans leurs amalgames.*

» Par là se trouve expliquée une anomalie singulière, découverte par MM. Kraut et Popp, à savoir : *le déplacement du potassium dans la potasse dissoute par le sodium amalgamé;* déplacement qui s'opère peu à peu et en totalité, en donnant naissance précisément à l'amalgame cristallisé $Hg^{24}K$, le seul qui puisse subsister quelque temps en présence de l'eau.

Ce déplacement est la conséquence nécessaire de la perte d'énergie plus grande subie par le potassium dans la formation de l'amalgame. Les affinités des métaux alcalins combinés au mercure sont donc réellement inverses des affinités des mêmes éléments libres; de la même manière et pour les mêmes raisons thermiques que j'ai invoquées pour expliquer les déplacements inverses des éléments halogènes, selon qu'ils sont libres ou bien combinés avec l'hydrogène. »

CHIMIE. — *Sur une particularité d'une expérience de Gay-Lussac et Thenard.* Note de M. H. DEBRAY.

« L'expérience classique de Gay-Lussac et Thenard sur la préparation des métaux alcalins présente une particularité que ces illustres chimistes ont signalée sans en donner l'explication. On sait que dans cette expérience on fait passer de la potasse ou de la soude hydratée en vapeur sur un excès de fer bien décapé contenu dans un canon de fusil que l'on chauffe à la plus haute température possible. De l'hydrogène et de la vapeur de potassium ou de sodium se dégagent de l'appareil, et l'oxygène correspondant reste fixé par une partie du fer de l'appareil. Quoique l'expérience ne réussisse que si le fer a été bien chauffé, ce n'est cependant pas dans les régions du tube contenues dans le fourneau que l'oxygène est retenu : c'est principalement sur le métal contenu dans la partie extérieure au fourneau et relativement moins chaude.

» Si le fer de la partie la plus chaude se retrouve à l'état métallique à la fin de l'expérience, cela ne tient pas, à coup sûr, à la facile réduction de l'oxyde magnétique de fer. Celui-ci se forme, comme on le sait, à des températures bien supérieures à celle de la fusion du fer, et je me suis assuré par des expériences directes qu'il ne possède aucune tension de dissociation, même à la température de la fusion de la porcelaine, bien voisine de celle du fer pur. Mais il faut remarquer que, dans la préparation des métaux alcalins, il reste de la vapeur du métal et de l'hydrogène dans l'appareil. C'est à leur présence qu'est due la particularité observée par Gay-Lussac et Thenard. Il est facile, en effet, de déduire des expériences que M. H. Sainte-Claire Deville a publiées en 1870 (1), sur la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène et sur l'oxydation du fer par la vapeur d'eau (2), que, si l'on a une masse de fer incomplétement oxydée, dont les diverses parties sont à des températures variables, dans une atmosphère plus ou moins dense d'hydrogène, l'oxygène quittera nécessairement les parties les

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1105 et 1201, et t. LXXI, p. 3.

(2) Des expériences de M. H. Sainte-Claire Deville découlent les faits suivants :

L'oxyde de fer cesse de se réduire dans l'hydrogène lorsqu'il y a, entre les tensions de la vapeur d'eau formée f et de l'hydrogène restant F, un rapport constant pour chaque température T. Si la température s'élève, le rapport $\frac{F}{f}$ diminue; il augmente au contraire quand la température s'abaisse. En d'autres termes, la réduction de l'oxyde continue dans le mélange d'hydrogène et de vapeur d'eau, défini par le rapport $\frac{F}{f}$, si la température s'élève; de l'oxyde se reforme dans ce même mélange, si la température s'abaisse.

D'un autre côté, le fer métallique chauffé à la température T dans la vapeur d'eau cesserait de s'oxyder dans un mélange où la tension des deux fluides serait précisément égale à f et à F. Si la température s'élevait, le métal se réduirait partiellement, c'est-à-dire que $\frac{F}{f}$ diminuerait; au contraire, la température s'abaissant, une oxydation partielle se produirait, c'est-à-dire que $\frac{F}{f}$ augmenterait.

Ceci compris, supposons deux poids équivalents d'oxyde et de fer métallique dans une atmosphère de vapeur d'eau et d'hydrogène, définie par le rapport $\frac{F}{f}$ tellement choisi qu'à la température T le mélange soit sans action sur les deux corps, et abaissons tout à coup la température du fer seulement, sans changer l'atmosphère ambiante; celui-ci deviendra oxydable dans cette atmosphère, il fixera de l'oxygène et mettra de l'hydrogène en liberté. L'oxyde de fer, se trouvant alors dans une atmosphère devenue plus riche en hydrogène, éprouvera une réduction partielle. D'un autre côté, l'oxydation du fer ne pourra s'arrêter, puisque la quantité d'eau détruite par le fer se reforme constamment, par suite de la réduction de l'oxyde, et de même la réduction de l'oxyde continuera aussi, puisque l'hydrogène détruit

plus chaudes, s'il y était primitivement fixé, pour se porter sur les parties les plus froides.

» C'est d'ailleurs ce qu'il est facile d'établir directement par une expérience facile à répéter et ne nécessitant aucune des mesures délicates qu'exige d'ordinaire l'étude des phénomènes de dissociation.

» On place dans un tube de porcelaine une nacelle contenant de l'oxyde magnétique de fer, puis à côté une longue nacelle remplie de fer métallique réduit par l'hydrogène. On fait le vide dans l'appareil avec une pompe à mercure, et l'on chauffe ensuite plus ou moins fortement la partie du tube où se trouve l'oxyde. Le fer qui est à côté sera nécessairement plus chauffé que celui qui est à l'autre extrémité de la nacelle, que l'on a prise assez longue pour qu'une partie soit en dehors du fourneau. On voit bientôt une pression s'établir dans l'appareil; elle est due à l'hydrogène, que le fer, préparé en réduisant l'oxyde par ce gaz, retient toujours. Mais que cette quantité de gaz (que l'on recueille à la fin de l'expérience avec la pompe à mercure) soit grande ou soit petite, le résultat final est toujours le même : l'oxyde est ramené à l'état métallique; son oxygène est transporté sur les parties les moins chaudes du fer placé à côté de lui.

» L'expérience classique de Gay-Lussac et Thenard réalise au fond toutes ces conditions : le fer est en grand excès par rapport à la quantité d'oxygène qu'il doit fixer; l'hydrogène est ici mélangé de vapeur de potassium ou de sodium qui agit comme lui; par conséquent, l'oxygène provenant de la décomposition de l'alcali devra, quelles que soient d'ailleurs les réactions intérieures qui ont pu se produire à haute température, se fixer sur les parties extérieures, qui sont restées les plus froides pendant toute la durée de l'opération. »

CHIMIE. — *Examen spectral de l'ytterbine;* par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Dumas est prié de s'adjoindre.)

« M. de Marignac m'ayant obligeamment confié une petite quantité de sa nouvelle terre, j'en ai soumis le chlorure aqueux à l'action de l'étincelle

---

par elle est régénéré par l'oxydation du fer. Il arrivera donc un moment où tout l'oxygène aura été transporté de l'oxyde au fer métallique.

L'hydrogène seul doit évidemment produire le même effet, puisqu'il commence d'abord par former de l'eau au contact de l'oxyde.

d'induction. On obtient ainsi un beau spectre formé principalement de bandes groupées entre les raies solaires D et F.

» Ces bandes sont presque toutes ombrées de gauche à droite (¹).

Positions approchées.

β	$103\frac{2}{3}$	Bord gauche, nébuleux, d'une bande bien marquée et légèrement dégradée de gauche à droite.
	$104\frac{4}{5}$	Milieu apparent.
	$107\frac{1}{3}$	Milieu apparent d'une assez faible bande, un peu dégradée de gauche à droite.
α	$109\frac{1}{2}$	Bord gauche, presque net, d'une bande très-bien marquée et fortement dégradée de gauche à droite.
	$110\frac{1}{3}$	Milieu apparent.
	Vers $111\frac{4}{5}$....	Bord droit très-indécis.
δ_1	$113\frac{1}{10}$	Bord gauche, peu nébuleux, d'une bande assez bien marquée et notablement dégradée de gauche à droite.
	$114\frac{1}{7}$	Milieu apparent.
	Vers $115\frac{3}{4}$....	Bord droit très-indécis.
δ_2	Vers $116\frac{2}{3}$....	Commencement très-nébuleux d'une bande portant deux maxima et dont l'ensemble est assez bien marqué.
	118 environ...	Commencement du principal éclairage.
	119 environ...	Milieu du premier et plus fort maximum.
	$121\frac{1}{4}$ environ..	Milieu du second maximum.
	Vers $122\frac{1}{3}$....	Fin très-indécise de la bande, laquelle se relie à la suivante par un léger fond lumineux.
	$123\frac{1}{5}$	Bord gauche, peu nébuleux, d'une bande un peu plus faible que $107\frac{1}{3}$ et notablement dégradée de gauche à droite.
	$124\frac{1}{3}$ environ.	Milieu apparent.
	Vers 126.....	Bord droit très-nébuleux.
γ	$126\frac{1}{3}$	Bord gauche, assez net, d'une bande bien marquée (un peu plus forte que δ_1 $114\frac{1}{7}$) et assez fortement dégradée de gauche à droite.
	$127\frac{1}{20}$	Milieu apparent.
	Vers 129.....	Bord droit très-indécis.
ε	$130\frac{1}{20}$	Bord gauche, assez nébuleux, d'une bande sensiblement dégradée de gauche à droite. Très-facilement visible, mais sensiblement plus faible que δ_1 $114\frac{1}{7}$.
	131.........	Milieu apparent.
	Vers $132\frac{3}{4}$....	Bord droit très-indécis.
	134.........	Milieu apparent d'une faible bande, un peu plus nébuleuse à droite qu'à gauche et reliée à la suivante par un léger fond lumineux.

(¹) Plaçant le rouge à la gauche de l'observateur.

135 $\frac{1}{2}$ .... Milieu apparent et maximum de lumière d'une bande très-nébuleuse à droite et à gauche, large de 2 divisions environ, notablement plus marquée que 134, un peu plus forte que 107 $\frac{1}{5}$. Les bandes 134 et 135 $\frac{1}{2}$ forment un ensemble facilement visible.

138 environ... Milieu d'une très-faible bande nébuleuse, large de $1^{div},5$ environ.

» Sur l'échelle employée, les principales raies solaires tombent à :

B......................	77 $\frac{4}{5}$
C......................	83 $\frac{7}{10}$
D......................	100
E......................	121 $\frac{4}{5}$
F......................	141 $\frac{3}{4}$
G......................	180 $\frac{4}{5}$

» Bien que les recherches publiées par l'illustre chimiste génevois fussent trop précises pour laisser aucun doute sur la réalité de la découverte de l'ytterbium, l'existence d'un spectre d'émission spécifique pour ce nouvel élément m'a paru intéressante à signaler, surtout en raison de l'absence de réactions chimiques nettes propres à distinguer entre elles les terres du groupe complexe auquel appartient l'ytterbine. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la nature du sol de l'isthme de Gabès*
Note de M. DE LESSEPS.

« M. le commandant Roudaire a rempli la mission qui lui avait été donnée par le Ministre de l'Instruction publique, sur la recommandation d'une Commission de l'Académie des Sciences, afin de reconnaître la nature du sol de l'isthme de Gabès et des chotts algériens ou tunisiens.

» Il vient de rentrer à Paris et m'a demandé de lire à l'Académie un Rapport sommaire en attendant son Rapport définitif. On comprend qu'après une expédition de plusieurs mois de fatigues, si ce n'est de dangers, au milieu d'un désert brûlé par le soleil, il ait besoin de quelque repos et d'un certain temps pour coordonner les résultats de ses travaux.

» M. Roudaire a confiance dans l'appréciation que fera l'Académie de ces résultats, dans l'intérêt de la civilisation d'une partie de l'Afrique et de la sécurité de la tranquille possession de l'Afrique française.

» Voici ce que m'écrit M. Roudaire en m'envoyant son Rapport sommaire, dont je vais donner lecture (1) :

« Il y a quelques années, il y avait encore une mince couche d'eau sur la surface des

(1) Voir aux *Mémoires présentés*, p. 1348.

chotts. Il pleuvait de temps en temps, mais les pluies sont devenues de plus en plus rares depuis que cette couche d'eau a achevé de se dessécher. C'est ainsi par exemple que, depuis trois ans, il n'est pas tombé une goutte d'eau. Les sources tarissent; les oasis, toutes situées au-dessus du niveau de la mer, dépérissent, et beaucoup de terres cultivées autrefois restent maintenant incultes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. le général *Didion*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Dausse	obtient.......	38	suffrages.
M. Bazin	»	3	»
M. Boussinesq	»	1	»
M. de Lacolonge	»	1	»

M. **Dausse**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les ondes atmosphériques.* Mémoire de M. **Bouquet de la Grye**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Pâris, Yvon Villarceau, Mangon, Cornu, Tisserand.)

« Dans le cours d'une étude que je poursuis sur le régime de la côte ouest de France et sur les mouvements de la mer, j'ai été conduit à dépouiller un nombre considérable d'observations faites en divers points sur la direction et la vitesse du vent et sur la hauteur du baromètre.

» Ce dépouillement, effectué en vue de dégager la hauteur de la mer des influences météorologiques, m'a conduit à rechercher si les mouvements atmosphériques n'étaient point eux-mêmes assujettis à certaines lois dépendant de phénomènes extra-terrestres.

» Il semblait en effet, *a priori*, qu'en groupant convenablement des observations faites dans un port situé sur une mer à température peu variable *et recevant presque toute l'année des brises venant du large,* je devais avoir des résultats bien plus nets qu'en utilisant des observations même plus pré-

cises faites dans une localité située au milieu des terres. Cette manière de voir a été confirmée par les faits, et j'ai pu, en marchant dans une voie expérimentale recommandée par l'illustre Laplace, confirmer l'existence de lois dont il avait analysé la théorie.

» Seulement, en raison de la constitution de l'atmosphère, les phénomènes ont une complication souvent inattendue qui jette un jour nouveau sur les mouvements qui se produisent dans ses plus hautes régions.

» Les résultats présentés aujourd'hui se rapportent au port de Brest; ils ont pour base une série d'environ cinquante mille observations de hauteurs barométriques et de pareil nombre de directions et de vitesses du vent.

» L'influence solaire a été déterminée en premier lieu; la sommation des termes qui s'y rapportent m'a permis d'établir un diagramme, dans lequel on entre en prenant pour argument vertical le mois et pour argument horizontal l'heure de la journée. Comme ces pressions sont destinées à corriger des hauteurs de la mer, je les ai exprimées, avec M. Chazallon, en hauteur d'eau, en prenant 1 mètre comme module correspondant à une pression de $0^m,760$ de mercure, à la température zéro. A chaque millimètre indiqué sur le diagramme correspond une différence de pression de $0^m,77$ de hauteur d'un air pris à la surface du sol.

» Le fait le plus saillant donné par le diagramme est la constatation des mois critiques, janvier, mars, octobre, qui ont de forts minima, tandis que février a un maximum inattendu. D'avril en octobre on a une uniformité générale de pression. Les différences annuelles peuvent atteindre $0^m,040$.

» L'onde semi-diurne solaire est étudiée dans son amplitude et dans son établissement, qui varie avec la longitude du Soleil.

» La pression atmosphérique est influencée par la Lune, agissant en fonction de sa masse, de sa déclinaison, de sa parallaxe et de sa distance angulaire avec le Soleil.

» L'onde lunaire mensuelle dépendant de la déclinaison a une amplitude de $0^m,011$. Le maximum de la pression a lieu au moment où la déclinaison est nulle. Deux maxima plus faibles se rapportent aux positions extrêmes en déclinaison, et les deux minima coïncident avec les moments où la Lune passe par les déclinaisons moyennes de 15 degrés.

» La distance angulaire de la Lune avec le Soleil engendre une onde d'une amplitude considérable, puisqu'elle atteint $0^m,025$. On a un minimum de huit jours de durée à la pleine Lune. Les maxima durent peu : l'un suit le dernier quartier et l'autre précède le premier; le premier surpasse le second de $0^m,006$.

» Les ondes semi-diurnes et diurnes sont masquées dans les moyennes générales par leur faible amplitude moyenne, mais elles apparaissent nettement lorsque la nouvelle Lune en syzygie coïncide avec un maximum de déclinaison sud.

» On a alors une amplitude de $0^m,006$ et l'établissement de trois heures prédit par Laplace.

» Toutes ces ondes sont indépendantes du mouvement de la marée, quoique le poids de l'air soulevé au moment de la pleine mer à Brest soit de $0^m,008$. Je m'en suis assuré en vérifiant le parallélisme des ondes diurnes à Brest et à Cherbourg pendant une longue période; ce parallélisme ne saurait exister en présence de deux marées ayant une différence d'établissement de quatre heures douze minutes si les ondes atmosphériques dépendaient de la marée.

» L'étude de la direction du vent a été faite, comme celle de la pression atmosphérique, au moyen d'une série de quarante-cinq mille observations. Le premier diagramme tracé donne l'azimut de la direction du vent, à compter du nord, en fonction de l'heure et du mois.

» Les mois critiques minima sont encore février et octobre, les vents ayant alors des directions de 205 degrés (S.-S.-O. $\frac{1}{2}$ O.) et 240 degrés (O.-S.-O. $\frac{1}{2}$ S.); en mai la direction moyenne est 300 degrés (O.-N.-O. $\frac{1}{2}$ N.).

» L'onde solaire diurne, que les marins appellent le *vent du soleil*, est très-accentuée en mars; elle disparaît en décembre. Dans les premiers mois le vent tourne en moyenne, dans la journée, de 75 degrés ou de 7 quarts. Les vents sont, les plus hauts à 6 heures, les plus bas à 23 heures.

» La déclinaison de la Lune peut faire varier en moyenne de 25 degrés la direction du vent.

» L'âge de la Lune a aussi une grande action sur la direction du vent : les vents les plus nord se font sentir quatre jours après la nouvelle Lune, et les plus sud deux jours après le premier quartier.

» Enfin on peut constater, lorsque la Lune est à son maximum de déclinaison sud, une variation diurne et demi-diurne de la direction du vent atteignant en moyenne 28 degrés.

» Deux Tableaux ayant rapport à l'intensité du vent ont été dressés en partant des actions solaires et lunaires.

» La vitesse du vent est maximum à 3 heures de l'après-midi et minimum douze heures après. C'est à 8 heures du matin que le vent commence à fraîchir.

» D'autres courbes donnent les vitesses en fonction de la déclinaison

de la Lune, de l'âge de la Lune et de l'angle horaire de notre satellite. Dans la dernière, la vitesse atteint son maximum six heures avant le passage de la Lune au méridien et son minimum neuf heures après le passage.

» En résumé, les actions solaires et lunaires produisent en amplitude barométrique et en déviation de la direction du vent les nombres maxima suivants :

	Amplitude.	Déviation.
	mm	o
Amplitude annuelle solaire	40	90
» diurne »	6	75
» mensuelle lunaire, déclinaison	11	30
» mensuelle dépendant de l'âge de la Lune	25	68
Onde semi-diurne et diurne	6	28
	88	

» En présence de la grandeur de ces actions, on comprend aussi bien l'utilité de rechercher les lois atmosphériques normales dépendant des actions solaires et lunaires, que l'impossibilité de faire des prédictions sérieuses sur le temps avant que ces lois aient été étudiées dans les points où leur action se trouve la moins affectée par des causes locales.

» Les cyclones, qui viennent parfois modifier profondément le temps, me paraissent devoir être étudiés avec bien plus de fruit lorsqu'ils seront considérés comme une perturbation d'un régime dont les grandes lignes auront été déterminées. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la nature du sol de l'isthme de Gabès et des chotts.* Rapport fait à M. le Ministre de l'Instruction publique par M. **Roudaire**; communiqué par M. de Lesseps.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de vous informer que je viens de rentrer à Paris après avoir rempli la mission que vous aviez bien voulu me confier vers la fin de 1878.

» J'ai été assisté dans cette mission par MM. Baronnet et Ségou, ingénieurs chargés plus spécialement, le premier des nivellements, le second des sondages, par M. Dufour, chargé des détails d'organisation et des ravitaillements, et par M. André, médecin-major de deuxième classe au 15e ba-

taillon de chasseurs à pied, que M. le Ministre de la Guerre avait bien voulu mettre à ma disposition, et qui a été chargé des observations météorologiques en même temps que de la faune et de la flore de la région explorée. Les opérations sur le terrain ont duré près de six mois, du 27 novembre 1878 au 18 mai 1879.

» Plus tard, lorsque j'aurai eu le temps de mettre en ordre les nombreux matériaux que je rapporte, j'aurai l'honneur de vous adresser un Rapport détaillé sur les travaux de la mission. Je dois me borner à vous en donner aujourd'hui un aperçu sommaire.

» *Nivellements.* — De nouveaux nivellements géométriques, exécutés avec le plus grand soin par portées de 100 à 120 mètres sur un parcours d'environ 600 kilomètres, sont venus confirmer et compléter les anciens. C'est ainsi, par exemple, que les nivellements executés sur l'isthme de Gabès ont été assez nombreux pour me permettre d'en dresser un plan topographique par courbes équidistantes de 50 en 50 centimètres.

» *Météorologie.* — La pression atmosphérique, la température, l'hygrométrie, la direction et l'intensité du vent ont été observées régulièrement trois fois par jour pendant la durée de la mission.

» Nous avons fait, en outre, des études comparatives entre l'évaporation de l'eau douce et celle de l'eau de mer. Dans mon Rapport général, je donnerai les moyennes mensuelles de ces diverses observations.

» *Faune et flore.* — Les collections recueillies comprennent environ trois cents espèces végétales et cent vingt espèces animales, parmi lesquelles se trouvent, à ce que croit M. le Dr André, plusieurs espèces nouvelles. Dès que ces collections auront été mises en ordre, j'aurai l'honneur de vous les adresser.

» *Sondages.* — Vingt-deux sondages ont été exécutés : dix au seuil de Gabès, un au seuil de Kriz et onze dans le chott Djerid. Tous ces sondages n'ont traversé, jusqu'à la profondeur de 10 mètres au-dessous du niveau de la mer, que des sables, des marnes argileuses et des vases liquides.

» Il faut en excepter cependant les sondages exécutés au sommet du seuil de Gabès, qui nous ont démontré la présence de bancs de calcaire à 38 mètres au-dessous du sol et à 8 mètres au-dessus du niveau de la marée basse. Mais les bancs dont nous avons pu circonscrire l'étendue sont peu considérables et n'auraient qu'une importance insignifiante au point de vue de l'exécution d'un canal de communication.

» Dans cet exposé sommaire, je ne puis entrer dans aucune considération relative à l'âge géologique de l'isthme de Gabès ni à la réalisation du pro-

jet de mer intérieure. Je rapporte environ cinq cents échantillons géologiques. Ce n'est qu'après les avoir soumis à l'examen des savants compétents, m'être entouré de leurs lumières et avoir en même temps relevé les nouveaux documents topographiques recueillis dans cette dernière campagne que je pourrai traiter ces questions en toute connaissance de cause et préciser le nombre de mètres cubes de terrains de telle ou telle nature à déplacer pour introduire dans les bassins inondables les eaux de la Méditerranée. »

M. **Bonjean** adresse à l'Académie, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire manuscrit et une brochure « Sur l'emploi de l'ergotine ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. F. **Marcadier** adresse un Mémoire intitulé : « Rapport sur une application de la Géométrie analytique à un problème de Topographie ».

(Commissaires : MM. Resal, de la Gournerie.)

MM. E. **Delaurier** et **Wiart** adressent un troisième Mémoire « Sur l'utilisation du mouvement des vagues ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lissajous**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Tommasi-Crudeli*, intitulée : « Della distribuzione delle acque nel sottosuolo dell' agro romano e della sua influenza nella produzione della malaria ». (Renvoi à l'examen de M. Mangon.)

OPTIQUE. — *Sur la loi de Stokes. Réponse à M.* Edm. Becquerel. Note de M. S. **Lamansky**, présentée par M. Desains.

« Malgré les observations émises par M. Edm. Becquerel ([1]) à propos de la Note « Sur la loi de Stokes » ([2]) que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, je crois devoir maintenir la forme dont je m'étais servi pour exprimer les résultats par moi obtenus. À l'appui de ma manière de voir, je communique ici quelques expériences : elles me paraissent démontrer que la différence entre les phénomènes de phosphorescence et de fluorescence ne se borne pas seulement à une différence dans la durée de l'émission lumineuse après l'influence préalable des rayons excitateurs.

» M. Edm. Becquerel fait lui-même remarquer dans son excellent Ouvrage ([3]) que « néanmoins, avec quelques groupes des corps, on observe » une disposition moléculaire, d'après laquelle il y a persistance très- » courte de l'effet lumineux et non appréciable au phosphoroscope » dont il s'est servi. Parmi ces corps, M. Becquerel cite le bisulfate et le bitartrate de quinine, la dissolution végétale de chlorophylle, d'esculine, quelques solutions de platinocyanures, etc., qui, à l'époque où l'honorable savant a publié ses recherches, étaient connus pour ceux sur lesquels on peut observer la fluorescence la plus vive.

» J'ai fait les mêmes expériences que M. Becquerel; mais, en outre, j'ai opéré sur le fluorescéine et le rouge de naphtaline, qui, même avec une lumière très-faible, produisent de très-beaux effets de fluorescence. J'ai mis ces corps, à l'état fluide, dans une petite cuve de mica placée dans le phosphoroscope, et, appliquant la lumière solaire concentrée avec une lentille, j'ai cherché à obtenir des effets de phosphorescence, mais sans pouvoir en constater aucun. J'ai étudié les substances dont je viens de parler à l'état solide. Pour cela j'ai pris une mince plaque de quartz, recouverte d'une couche de ces substances en poudre; mais j'ai obtenu, avec le phosphoroscope, les mêmes résultats négatifs. Il en a été de même quand j'ai examiné avec le phosphoroscope une plaque de quartz couverte d'une couche très-mince de ces substances, obtenue en laissant une goutte de liquide s'évaporiser sur la plaque de quartz.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 16 juin 1879.
([2]) *Ibid.*, séance du 9 juin 1879.
([3]) Edm. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 258.

» Ces expériences montrent évidemment que la disposition moléculaire spéciale de ces corps joue un grand rôle dans les phénomènes discutés et que ce rôle, malgré beaucoup de recherches très-détaillées sur certaines substances, nous reste encore inconnu; les corps comme le bisulfate de quinine, la chlorophylle, le fluorescéine, le rouge de naphtaline, qui sont remarquables par leurs beaux effets de fluorescence, ne montrent aucun effet de phosphorescence quand on les étudie avec le phosphoroscope.

» Ayant en vue ces qualités particulières des corps fluorescents qui m'ont servi dans mes expériences sur la vérification de la loi de réfrangibilité de Stokes, il m'a paru plus convenable d'exprimer cette loi dans sa forme générale, parce que dans cette forme elle n'exclut pas la transformation complète du mouvement vibratoire en phénomènes de phosphorescence, établie par M. Edm. Becquerel dans ses ingénieuses expériences avec le phosphoroscope. D'autre part, la loi de Stokes, dans cette forme, montre que la réfrangibilité de la lumière fluorescente dépend de celle des rayons excitateurs, ainsi que le confirment mes dernières recherches. »

M. **Edm. Becquerel**, après avoir pris connaissance de la Note de M. Lamansky, déclare qu'il n'a pas à modifier les observations qu'il a faites dans une précédente séance ([1]). Il maintient ses remarques quant à la cause des effets de fluorescence et quant à la transformation complète du mouvement vibratoire lumineux lorsqu'il se communique aux molécules des corps.

Si, comme M. Becquerel l'a montré, les liquides fluorescents ne sont pas visibles dans le phosphoroscope, c'est que la vitesse de rotation de l'axe de cet appareil est limitée, et l'analogie des effets présentés par ces liquides et de ceux que l'on observe avec les corps solides montre que l'on doit rapporter à la même cause les effets lumineux produits; la durée de persistance des impressions dues à l'action de la lumière dans les liquides et dans les solides est seule différente, et dans quelques cas au-dessous de toute limite de mesure avec les appareils tels qu'ils sont construits jusqu'ici.

([1]) *Comptes rendus*, p. 1237 de ce Volume.

CHIMIE. — *Sur la dissociation du sulfhydrate d'ammonium*. Note de MM. R. ENGEL et A. MOITESSIER, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons démontré récemment ([1]) que lorsqu'on met en présence, au-dessus de 45 degrés, 2 volumes d'ammoniaque et 1 volume d'hydrogène sulfuré, le mélange ne subit pas de contraction. Nos expériences sur ce point confirment celles de MM. Horstmann et Salet.

» M. H. Sainte-Claire Deville admet l'exactitude de ces observations ([2]) et écarte, pour le moment, l'argument qu'il avait tiré de l'existence en vapeur du sulfure ammonique occupant 2 volumes, comme preuve de celle du sulfhydrate ammonique occupant 4 volumes. Il retient toutefois la conclusion de Bineau, qui est la suivante : « Si le sulfhydrate ammonique ne se décompose pas en se vaporisant à la température de 20 degrés dans l'hydrogène et dans le vide, le gaz ammoniac et le gaz sulfhydrique s'y trouvent réunis sans condensation. »

» Cette conclusion, nous la retenons également, car il n'y a pas de place pour une troisième hypothèse. Reste donc à prouver qu'en mettant en contact, à une température où le sulfhydrate ammonique n'existe plus à l'état solide, des volumes égaux de gaz sulfhydrique et d'ammoniaque, on obtient un simple mélange, plutôt qu'une combinaison.

» Nous rappellerons ici que semblable question a été posée pour bien des corps dont la vapeur semblait occuper 4 volumes, et que toujours elle a été résolue en faveur du mélange de deux composés volatils provenant de la dissociation du composé primitif. Nous citerons le chlorure ammonique, le perchlorure de phosphore, le calomel, le bromhydrate d'amylène. Tout récemment encore, une discussion s'était élevée à propos de l'hydrate de chloral. Les recherches de MM. Wurtz, Naumann, Wiedemann et les nôtres ont démontré que la prétendue vapeur de l'hydrate de chloral n'est qu'un mélange de vapeur de chloral anhydre et de vapeur d'eau; et ces résultats n'ont plus été contredits. On peut dire, aujourd'hui, qu'il n'y a plus d'exception à la loi d'Ampère et d'Avogadro.

» Dans ces conditions, le savant académicien, à la Note courtoise duquel nous répondons, nous permettra de dire que ce n'est plus aux atomistes à prouver, mais bien à ceux qui, n'admettant pas la loi d'Avogadro et

([1]) *Comptes rendus*, 9 juin 1879.
([2]) *Ibid.*, 16 juin 1879.

d'Ampère, donnent des densités de vapeurs correspondant à 4 volumes. A eux à montrer qu'en fixant la densité d'une vapeur ils opèrent sur une combinaison et non sur un mélange. C'est une preuve indispensable qui devra accompagner toute densité de vapeur correspondant à 4 volumes.

» Dans le cas qui nous occupe, d'un mélange à volumes égaux d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque à la température de 50 degrés, par exemple, température à laquelle la densité de vapeur a été prise, nous demanderons où sont ces propriétés nouvelles, distinctes de celles de l'hydrogène sulfuré ou de l'ammoniaque, qui, d'après tous les maîtres de la Chimie, caractérisent la combinaison et permettent de ne pas la confondre avec un simple mélange.

» L'odeur même de la prétendue vapeur du sulfhydrate d'ammonium est celle de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré. On perçoit parfaitement chacune des deux odeurs, et lorsqu'on laisse perdre la vapeur du corps on perçoit d'abord plus fortement celle de l'ammoniaque, et, à la fin, on ne sent plus que l'hydrogène sulfuré. Sont-ce là les propriétés d'une combinaison? Ce que nous disons du sulfhydrate, nous pouvons le dire aussi du cyanhydrate ammonique.

» Nous avons toutefois voulu prouver encore que, dans ce cas particulier, nous avions affaire à un mélange. Nous aurions pu recourir à la diffusion, nous avons préféré employer un procédé plus simple qui permettra de répéter facilement notre expérience. Dans une cloche remplie d'un mélange à volumes égaux d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque, entourée d'un manchon dans lequel circulait de l'eau à la température de 50 degrés et placée sur le mercure, nous avons introduit un petit fragment de charbon, préalablement porté au rouge et éteint sous le mercure.

» Dans le cas où nous aurions eu affaire à une combinaison, le charbon aurait fixé le composé nouveau comme il fixe les gaz composés sans que les propriétés des composants interviennent. Dans le cas, au contraire, d'un mélange, le charbon devait absorber séparément l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré, et le premier en proportions plus grandes que le second. C'est ce qui est arrivé.

» Après avoir absorbé les $\frac{3}{4}$ environ du mélange gazeux, nous avons retiré le charbon, fixé à un fil de platine, et l'avons introduit, à l'abri du contact de l'air, dans un tube rempli de mercure. Celui-ci a été chauffé de manière à dégager le gaz absorbé par le charbon; puis le charbon a été retiré. Les deux éprouvettes furent alors refroidies : dans le cas où elles

auraient renfermé des volumes égaux d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque, la condensation aurait dû être à peu près totale, comme dans le mélange primitif; cela n'eut pas lieu : quelques cristaux seulement se déposèrent et l'on obtint un volume très-notable de gaz. Ceux-ci furent transvasés de manière à les séparer des cristaux et l'on fit passer dans chacun des gaz un fragment de ponce sulfurique. Le gaz provenant de l'éprouvette dans laquelle on avait introduit le charbon ne fut pas absorbé : on constata directement que c'était bien de l'hydrogène sulfuré. Le gaz provenant du charbon fut, au contraire, complétement absorbé par l'acide sulfurique (il n'est resté qu'une bulle insignifiante) : c'était donc de l'ammoniaque. De là nous concluons que l'hydrogène sulfuré et l'ammoniaque ne se combinent pas à volumes égaux à la température de 50 degrés, et que la prétendue vapeur de sulfhydrate d'ammonium n'est qu'un mélange de deux gaz.

» A cette démonstration, nous pourrions ajouter d'autres preuves. En cherchant à vérifier une loi que nous avons formulée à propos de l'hydrate de chloral, nous avons constaté, par exemple, que lorsqu'on fait passer à 20 degrés un peu d'hydrogène sulfuré dans de l'ammoniaque à la tension de 600 millimètres, le volume de l'hydrogène sulfuré introduit disparaît. Mais ce travail n'est pas encore suffisamment avancé; nous le publierons prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'anhydride phtalique sur la naphtaline en présence de chlorure d'aluminium.* Note de MM. **E. Ador** et **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« M. Friedel, avec l'un de nous, a déjà étudié [1] l'action de l'anhydride phtalique sur la benzine et obtenu en abondance l'acide orthobenzoylbenzoïque d'après la réaction

$$C^6H^6 + C^6H^4 \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} \Big\rangle O = C^6H^5COC^6H^4COOH.$$

» Dans l'espérance d'obtenir un acide analogue renfermant le groupe naphtyle $C^{10}H^7$ au lieu du groupe phényle, nous avons traité 500 grammes de naphtaline par 200 grammes d'anhydride phtalique à 100 degrés, en ajoutant peu à peu 250 grammes de chlorure d'aluminium. Il se dégage de l'acide chlorhydrique. Au bout de six heures, on traite par l'eau bouil-

[1] *Comptes rendus*, séance du 3 juin 1878.

lante, qui donne par évaporation environ 50 grammes d'acide phtalique; il reste une masse noire qui est traitée à plusieurs reprises par une dissolution faible de soude. La dissolution sodique par précipitations fractionnées par un acide donne en dernier lieu à peine 2 grammes d'un acide presque blanc qui cristallise dans l'alcool additionné de moitié d'eau sous la forme de petits prismes courts ressemblant à ceux de l'acide phtalique, mais presque insolubles dans l'eau bouillante; il fond en tubes capillaires à 173°,5 sans correction; redissous dans de l'alcool fort, il cristallise sous la forme de rosettes composées de longs prismes microscopiques, et l'eau mère laisse déposer des prismes séparés ayant le même point de fusion. Nous avons obtenu à l'analyse :

	Pour 100.
C	77,85
H	4,51

La théorie demande pour l'acide naphtoylorthobenzoïque

$$C^{10}H^7COC^6H^4COOH:$$

	Pour 100.
C	78,27
H	4,37

Le sel de baryte obtenu en ajoutant une dissolution de baryte à une dissolution de l'acide dans l'alcool dilué et précipitant l'excès de baryte par l'acide carbonique cristallise par évaporation, sous forme d'aiguilles microscopiques assez solubles dans l'eau, et même dans l'alcool; chauffé, il devient vitreux vers 160 degrés et fond à une température plus élevée avant de se décomposer. On peut difficilement le sécher sur l'acide sulfurique dans le vide; il est hygroscopique. Après plusieurs jours de dessiccation, chauffé dans l'étuve à 160 degrés pendant deux heures, il perd encore 2,7 pour 100 d'eau. Analysé, il nous a donné Ba = 20,95 pour 100, tandis que nous aurions dû obtenir 19,94 pour 100 pour le sel de baryte de l'acide naphtoylorthobenzoïque. Nous en avions malheureusement trop peu pour purifier davantage notre sel. Il est probable qu'il était mélangé d'une petite quantité de sel basique, car, en évaporant sa dissolution, il se sépare toujours une petite croûte cristalline qui se redissout difficilement dans un excès d'eau.

» Les premières précipitations fractionnées de l'acide naphtoylorthobenzoïque forment une masse résineuse noire impurifiable et qui se décompose totalement par la distillation.

» Après le traitement par la soude, on dissout la naphtaline dans l'alcool; il reste un corps très-peu soluble dans l'alcool, qui, distillé, dégage un peu d'eau et donne, au-dessus de 300 degrés, un liquide épais; celui-ci, dissous dans la benzine et additionné d'alcool, laisse déposer des paillettes jaunâtres; la dissolution présente une fluorescence verdâtre. Ces paillettes cristallisent de l'éther mélangé d'alcool, par évaporation lente, sous forme de grains; elles fondent de 181 à 186 degrés, ne sont pas sublimables et ne paraissent pas distiller sans décomposition partielle. Analysées, elles ont donné $C = 94,18$ pour 100, $H = 5,89$ pour 100; le pyrène demande $C = 94,12$, $H = 5,88$; le chrysène, $C = 94,73$, $H = 5,27$. Mais notre substance ne présente aucune des réactions de ces deux carbures; elle ne forme pas de combinaison avec l'acide picrique; l'acide nitrique dilué ou concentré ne l'oxyde pas, mais donne un dérivé nitré résineux soluble dans l'alcool; dissoute dans le sulfure de carbone et traitée par le brome, elle fournit un bromure peu soluble dans l'alcool, bien soluble dans l'éther, cristallisant en grains fusibles vers 112 degrés. Ce carbure est un produit secondaire; nous n'en n'avons obtenu que $0^{gr},5$ environ.

» Une nouvelle opération, dans laquelle nous avions ajouté 150 grammes de chlorure d'aluminium à 200 grammes d'anhydride phtalique maintenu à 150 degrés, puis peu à peu 150 grammes de naphtaline, n'a pas donné de meilleurs résultats; au contraire, nous n'avons pu isoler ni acide, ni carbure. Ces corps ne sont donc que des produits tout à fait accessoires dans cette réaction.

» Puisque les corps qui entrent en réaction sont la naphtaline et l'acide phtalique, il est probable que l'hydrocarbure contient les 10 atomes de carbone de la naphtaline, additionnés des 8 de l'anhydride phtalique, et qu'il a la formule empirique $C^{18}H^{12}$; il serait un isomère du chrysène.

» En supposant que l'acide naphtoylorthobenzoïque subisse une condensation intermoléculaire, avec perte de 3 atomes d'oxygène, on pourrait regarder l'hydrocarbure comme formé de deux molécules de naphtaline ayant 2 atomes de carbone communs; il aurait alors la composition :

```
        H    H    H    H
     //C\ //C\ //C\ /C\\
   HC    C    C    C    CH
   |     |    |    ||   |
   HC    C    C    C    CH
     \\C/ \\C/ \\C/ \C//
        H    H    H    H
```

Il se dériverait de l'acide par la fermeture de la chaîne et par une action réductrice

```
      H     H     O     H
   //C \ //C \  /C \  /C \\
HC     C     C     C     CH
|      |     ||    ||    |    — O³.
HC     C     CH    C     CH
   \\C/ \\C/  \C/  \C//
     H     H    HO²   H
```

Cependant le peu de stabilité que nous avons cru observer sur la petite quantité d'hydrocarbure à notre disposition rend cette hypothèse douteuse; nos études n'offrent encore aucun point d'appui solide pour faire une théorie de sa composition. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la cendre et la lave de la récente éruption de l'Etna.* Note de M. A. Cossa, présentée par M. Friedel.

« Je m'empresse de communiquer à l'Académie les résultats des premières observations que j'ai faites sur un échantillon de cendre de l'Etna tombé à Reggio de Calabre le 28 mai dernier et sur un échantillon de lave recueilli dans les environs de Giarre, en Sicile, le 2 juin. Je suis redevable de ces échantillons à M. le professeur Mantovani, de Reggio, et à Mme la marquise Gravina, de Catane.

» La cendre tombée à Reggio a une couleur gris noirâtre; elle est très-fine. Avec l'aimant on peut en extraire environ 12 pour 100 de magnétite. Elle est formée de fragments de cristaux de feldspath triclinique, d'augite, de petits grains de magnétite, et d'un grand nombre d'esquilles de verre différemment colorées. Comme toutes les cendres volcaniques observées jusqu'à ce jour, la cendre de la dernière éruption de l'Etna est caractérisée par la multitude et la variété des inclusions qu'on observe dans ses éléments cristallins et surtout dans les fragments de verre.

» Les fragments de feldspath sont incolores, n'offrent aucune trace de décomposition, et l'on peut y voir les lignes indiquant les macles du feldspath triclinique. Ils contiennent en grand nombre des cavités rondes, elliptiques, mais le plus souvent irrégulières, remplies de verre. Dans le verre, on observe toujours une ou plusieurs bulles vides qui manquent tout à fait dans le verre de la lave. On y trouve aussi des aiguilles d'augite et d'apatite.

» Les esquilles de verre ont pour la plupart la couleur grisâtre de l'obsi-

dienne de Lipari; d'autres ont une couleur rougeâtre, produite probablement par un enduit d'oxyde de fer. Le verre qui enveloppe les grains plus gros de magnétite est quelquefois coloré en vert. Toutes les esquilles de verre sont, sans exception, remplies de microlithes, dont la plupart présentent les formes de l'augite.

» Dans cette cendre de l'Etna, les lames de fer micacé sont très-rares; il y manque tout à fait les cristaux d'orthose (sanidine) et de leucite, dont les premiers sont caractéristiques des sables des volcans des îles Lipari et les seconds des sables et des cendres vésuviennes.

» La cendre de l'Etna, dans son état naturel d'agrégation, contient 18 pour 100 de matières décomposables par l'acide chlorhydrique. Ses composants sont : anhydride silicique, anhydride titanique, anhydride phosphorique (traces), oxyde ferrique, oxyde ferreux, oxyde de manganèse, chaux, traces de magnésie, soude et potasse. Par l'analyse spectrale, on y trouve bien nettement les raies de la strontiane et de la lithine.

» L'examen microscopique d'une lame mince de la lave des environs de Giarre démontre que cette lave est composée en grande partie de gros cristaux de feldspath triclinique disséminés porphyriquement dans un magma microcristallin formé par des petits cristaux du même feldspath, d'augite, de magnétite et d'une petite quantité d'une matière vitreuse grisâtre. Le feldspath a une structure zonaire qui se manifeste sans recourir à la lumière polarisée, en raison de la disposition régulière de la matière vitreuse renfermée dans l'intérieur des cristaux. Avec le feldspath, on trouve dans la lave des cristaux bien nets d'augite, souillés quelquefois par de la magnétite. Il arrive souvent de trouver des cristaux d'augite qui renferment un ou deux cristaux de feldspath.

» La netteté des arêtes des cristaux de feldspath et d'augite, l'identité de la matière vitreuse renfermée dans les cristaux de feldspath avec celle qui se trouve dans le magma de la lave parlent, à mon avis, contre l'hypothèse de la préexistence à l'état solide des éléments cristallins dans la lave vomie par les volcans. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur le développement du sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes.* Note de M. J. Vesque, présentée par M. Decaisne. (Extrait par l'auteur).

« J'ai publié, il y a un an, un premier travail sur le sac embryonnaire, dont le développement présente, depuis les récentes découvertes de

M. Strasburger, un intérêt d'autant plus grand, qu'il s'agit de combler la lacune qui semblait devoir séparer les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires. D'après mes récentes observations, la cellule mère primordiale du sac embryonnaire, telle que l'a définie M. Warming, se divise, par des cloisons transversales, en deux, trois, quatre ou cinq cellules *mères spéciales*, qui sont les homologues des cellules mères du pollen des Phanérogames ou des spores des Cryptogames vasculaires. Ces cloisons se succèdent de bas en haut ou de haut en bas, suivant que la cellule mère primordiale présente ou non un accroissement apical pendant que le cloisonnement s'opère.

» Le groupe des Fluviales nous offre, ainsi que les Renonculacées et les Crucifères, deux cellules mères spéciales; nous en observons trois dans la plupart des Monocotylées et des Dialypétales, et quatre ou cinq chez les Gamopétales, les Santalacées et les Aristolochiées, etc.

» Mes observations me conduisent à appliquer le nom de *sac embryonnaire* à l'ensemble des cellules issues de la cellule mère primordiale.

» Dans certaines Liliacées, telles que le Lis, chacune des cellules mères spéciales produit, par la division de son nucléus, une *tétrade* de noyaux qui sont les homologues des grains de pollen et des macrospores. La cloison qui séparait les cellules 1 et 2 se dissout avant que la division en tétrades soit commencée. La cavité unique qui en résulte (le sac embryonnaire *proprement dit*) renferme finalement huit noyaux libres qui se comportent comme M. Strasburger l'a décrit. Dans d'autres Liliacées (*Agraphis, Muscari*, etc.), les cellules 1 et 2 seules donnent naissance à quatre noyaux, tandis que les cellules mères spéciales inférieures produisent un appareil auquel j'ai donné le nom d'*anticline*. Dans le *Lachenalia*, au contraire, la cellule 1 seule engendre une tétrade : trois de ses noyaux forment l'appareil sexuel; le quatrième va rejoindre le noyau indivis de la cellule 2 pour se confondre avec lui.

» Les Amaryllidées, Iridées, Aroïdées, Joncées, Cypéracées, etc., diffèrent peu du type commun des Liliacées, lequel se retrouve très-fréquemment chez les Dialypétales (Euphorbiacées, Papavéracées, Rosacées et familles voisines).

» L'exception offerte par les Monocotylédones, chez lesquelles on constate la présence d'une seule tétrade, se rencontre fréquemment chez les Dialypétales (Saxifragées, Onagrariées, etc.) et devient, pour ainsi dire, la règle chez les Gamopétales; cependant les Caprifoliacées, les Valérianées et les Dipsacées ne présentent point ce caractère et se rapprochent ainsi

davantage des Dialypétales ordinaires. Je me suis assuré, dans le cours de ces recherches, que la cellule 1 produit toujours une tétrade complète, même dans les Gamopétales les plus élevées (Composées).

» Quant aux cellules auxquelles j'ai donné le nom d'*anticlines*, j'ai remarqué qu'elles présentent des différences très-remarquables dans leur développement : ainsi, tantôt elles s'arrêtent immédiatement après leur apparition (*anticlines inertes*), tantôt elles s'accroissent et se divisent après la fécondation pour constituer l'albumen (*anticlines actives* ou *albuminigènes*, Éricacées, Scrofularinées, Labiées, etc.), tantôt enfin elles s'allongent et se ramifient pour aller chercher dans les tissus de la chalaze ou même du placenta (*Osyris*, etc.) les aliments qu'elles amènent aux autres anticlines en voie de division (*anticlines cotyloïdes*). La place qu'occupe le développement de l'albumen dans l'évolution des cellules mères spéciales permet de le comparer au prothalle des Cryptogames vasculaires. Cette remarque est également applicable à l'albumen qui se forme dans les cellules 1 et 2 par la division du noyau central d'origine double (Strasburger), que la multiplication des noyaux soit du reste accompagnée de la formation simultanée de cloisons (Plantaginées, Composées, etc.) ou que les cloisons n'apparaissent que plus tard (Renonculacées, etc.).

» D'après ce qui précède, je crois reconnaître dans le sac embryonaire adulte les types suivants :

» 1° Deux cellules mères spéciales; antipodes, sans anticlines (Fluviales, Renonculacées, Crucifères, etc.);

» 2° Trois ou quatre cellules mères spéciales; deux tétrades, des antipodes; une ou deux anticlines inertes (la plupart des Liliacées et familles voisines; les Euphorbiacées, Papavéracées, Rosinées, Caprifoliacées, etc.);

» 3° Trois ou quatre cellules mères spéciales; une seule tétrade; pas d'antipodes; une ou deux anticlines inertes (Onagrariées, Saxifragées, Borraginées, Solanées, Apocynées, Composées, etc.);

» 4° Quatre ou cinq cellules mères spéciales; une seule tétrade; pas d'antipodes; une ou deux anticlines actives, une anticline inerte ou cotyloïde (Aristolochiées, Santalacées, Scrofularinées, Labiées, Éricacées, etc.). »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur une substance nouvelle de l'épiderme et sur le processus de kératinisation du revêtement épidermique.* Note de M. L. **Ranvier.**

« Des coupes verticales de la peau de l'homme, faites après congélation, dessiccation ou durcissement par l'alcool, colorées par une solution de

picrocarminate à 1 pour 1000, montrent nettement la structure du derme et de l'épiderme. L'épiderme y apparaît avec ses deux couches principales : le corps muqueux de Malpighi faiblement coloré en rouge, et la couche cornée colorée en jaune strié de rouge. Entre la couche cornée et le corps muqueux s'étagent deux couches accessoires : du côté de la couche cornée, le *stratum lucidum*; du côté du corps muqueux [1], le *stratum granulosum*.

» Le *stratum granulosum* est formé par une, deux ou un plus grand nombre de rangées de cellules légèrement aplaties, granuleuses et colorées en rouge vif par le carmin, tandis que les autres éléments de la peau sont à peine teintés. A l'aide d'un fort grossissement on peut déjà reconnaître que dans ces cellules la coloration porte surtout sur les granulations qu'elles renferment. Ce fait se voit mieux encore dans le tégument de certains animaux. Si, par exemple, on étudie à l'aide de la même méthode la région plantaire du cochon d'Inde, on est frappé du volume considérable des granulations contenues dans les cellules du *stratum granulosum*. Ces granulations, à un grossissement de 400 à 500 diamètres, apparaissent comme autant de gouttes réfringentes et vivement colorées par le carmin. A côté d'elles, dans chaque cellule, je trouve le noyau qui n'est pas coloré ou qui l'est à peine.

» Dans les papillomes de la peau, dans le bourrelet épidermique qui circonscrit la pustule de la variole et dans toutes les lésions formatrices de l'épiderme qui n'en changent pas la structure essentielle, le *stratum granulosum* est plus ou moins épaissi. Il est formé de cellules dans l'intérieur desquelles la substance, qui se colore fortement en rouge par le carmin et que je désignerai sous le nom d'*éléidine*, existe sous forme de gouttes. Ces gouttes, petites dans la première rangée des cellules du *stratum granulosum*, peuvent acquérir dans les rangées supérieures jusqu'à $\frac{2}{100}$ de millimètre. La formation de l'éléidine se fait donc d'une manière graduelle, comme dans un processus glandulaire; elle commence dans les couches profondes pour

(1) Langerhans [*Ueber Tastkörperchen und rete Malpighi* (*Arch. f. micr. Anat.*, t. IX, 1873, p. 730)] a constaté le premier que, dans l'épiderme, entre le corps muqueux de Malpighi et le *stratum lucidum* décrit antérieurement par Oehl et Schrœn, il existe une couche spéciale, formée de cellules granuleuses qui se colorent en rouge sous l'influence du picrocarminate d'ammoniaque, réactif que j'avais récemment introduit dans la technique histologique. Il a désigné cette couche sous le nom de *stratum granulosum* et l'a considérée comme le lieu de formation des cellules de l'épiderme. C'est là incontestablement une erreur. Néanmoins ce serait oublier toute justice que de ne pas rappeler que nous devons à Langerhans la découverte importante du *stratum granulosum*.

atteindre son maximum dans les couches superficielles du *stratum granulosum*.

» Le *stratum lucidum*, dans les préparations de la peau de l'homme obtenues par la méthode indiquée; est d'abord coloré en jaune à peu près uniforme; mais bientôt, le réactif colorant continuant son action, on voit s'y produire, au voisinage du *stratum granulosum* et à la surface de la coupe (la supérieure ou l'inférieure), des gouttes qui se colorent en rouge comme celles qui sont dans les cellules du *stratum granulosum*. Ces gouttes sont libres. Leur nombre et l'intensité de leur coloration semblent s'accroître à la longue, lorsque, pour rendre la préparation persistante, on a substitué à la solution de picrocarminate d'ammoniaque de la glycérine additionnée d'une faible quantité de cette matière colorante. Les gouttes qui occupent la surface du *stratum lucidum* sont, les unes petites et disposées en séries qui correspondent aux lits cellulaires dont ce *stratum* est composé; les autres, beaucoup plus volumineuses, semblent provenir de la fusion des premières; elles forment des sortes de flaques à contours sinueux et présentent souvent dans leur intérieur des vacuoles incolores. La substance qui se répand ainsi à la surface du *stratum lucidum* est évidemment liquide, elle a la réfringence et paraît avoir la consistance d'une huile essentielle [1].

» Les préparations conservées dans la glycérine additionnée de picrocarminate d'ammoniaque laissent voir, au bout de quelques jours, le *stratum lucidum* coloré tout entier en rouge, tandis que la surface de coupe est encore recouverte des gouttes et des flaques qui s'y trouvaient à l'origine. En revanche, la substance cornée proprement dite reste striée de jaune et de rouge.

» J'ai d'abord pensé que l'éléidine dispersée à la surface du *stratum lucidum* provenait du *stratum granulosum*, dont les cellules, ouvertes au moment de la section, auraient laissé échapper leur contenu. Je me suis assuré que cette première interprétation doit être rejetée et que le *stratum lucidum* est bien réellement infiltré d'éléidine.

» L'exposé de ces observations et de ces expériences doit être suivi de quelques réflexions. Je ferai remarquer d'abord que l'existence dans l'économie d'une substance liquide qui par le carmin se colore plus et plus vite

---

[1] Je ne veux point dire par là que l'éléidine soit en réalité une huile essentielle. La composition chimique de cette substance est encore inconnue, et les recherches histochimiques que j'ai pu faire à son sujet sont encore trop peu nombreuses pour que j'aie une opinion sur sa constitution.

que tous les autres éléments de l'organisme, sans en excepter les noyaux des cellules, constitue déjà un fait fort intéressant. La formation de l'éléidine dans le *stratum granulosum*, sa diffusion dans le *stratum lucidum* et sa disparition dans la couche cornée indiquent que cette substance joue un rôle important dans les processus de kératinisation de l'épiderme. J'ajouterai en terminant que, contrairement à l'hypothèse de Langerhans, il n'y a pas de néoformation cellulaire dans le *stratum granulosum*. Les noyaux des cellules comprises dans cette couche s'atrophient dans ses régions supérieures. Ils disparaissent dans le *stratum lucidum*. Il n'en existe jamais dans la couche cornée à l'état physiologique. La disparition des noyaux des cellules épidermiques paraît liée à un phénomène d'autodigestion cellulaire qui est lui-même en rapport avec l'évolution de l'épiderme. Je reviendrai prochainement sur cette manière de voir et je la confirmerai par l'exposé de quelques expériences nouvelles. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la structure des ligaments larges.* Note de M. **Alph. Guérin**, présentée par M. Gosselin.

« Tous les médecins qui, depuis plus de trente ans, se sont particulièrement occupés des maladies des organes génitaux de la femme ont décrit un phlegmon développé dans les ligaments larges de l'utérus. Moi aussi, je l'ai admis, et j'ai accepté les signes indiqués par les auteurs qui m'ont précédé. Ces signes étaient tellement nets et précis, qu'ils nous avaient tous amenés à penser que, de toutes les maladies de la matrice et de ses annexes, il n'en est pas de mieux caractérisée que le phlegmon du ligament large. Plus tard, j'ai découvert que la plupart des signes attribués au phlegmon du ligament large appartiennent à une autre maladie que j'ai appelée *adéno-phlegmon juxta-pubien* et qui a pour point de départ une lésion du col de la matrice, donnant lieu à une lymphangite, puis à une inflammation des ganglions lymphatiques placés près de la branche horizontale du pubis au voisinage du trou sous-pubien et de l'anneau crural.

» Cette notion, que la Clinique et l'Anatomie pathologique m'avaient donnée, ne m'autorisait pas tout d'abord à nier l'existence du phlegmon du ligament large, car il pouvait se faire que deux maladies eussent les mêmes symptômes. D'ailleurs, les hommes les plus autorisés en gynécologie n'ont jamais douté qu'une inflammation phlegmoneuse puisse se développer dans le ligament large. J'ai donc dû relire avec une scrupuleuse attention les observations nombreuses qui sont relatives à ce sujet, et j'ai été

frappé de la rareté du phlegmon borné au ligament, au dire même des médecins les plus convaincus de l'existence de cette maladie.

» On a bien trouvé du pus dans ce repli, mais je ne vois pas qu'il s'y soit jamais développé une collection assez considérable pour s'étendre jusqu'au voisinage du pubis. Quand il y a un phlegmon du bassin, on trouve bien parfois du pus dans le ligament large, mais ce n'est qu'en petite quantité, et jamais on n'a été en droit d'affirmer scientifiquement que l'abcès avait sa source primitive dans l'inflammation du ligament large.

» Cette étude clinique m'a amené, depuis un an, à rechercher si le ligament présente bien les conditions anatomiques qui ont été considérées comme très-favorables à la migration du pus du ligament large vers le pubis, sous le feuillet péritonéal de la paroi abdominale antérieure, et je crois être autorisé à affirmer que l'anatomie de cette région a été complétement méconnue.

» Les médecins ont, avec les anatomistes, admis que le ligament large est surtout constitué par un repli du péritoine qui forme les trois ailerons que je n'ai pas besoin de rappeler. Aussi n'ont-ils eu nulle difficulté à expliquer l'existence d'un phlegmon auprès du pubis, quand ils trouvaient du pus dans le ligament large. Pour eux, le liquide contenu dans ce repli devait, à mesure qu'il devenait plus abondant, décoller le péritoine de proche en proche et arriver ainsi derrière la paroi abdominale antérieure à laquelle il donnait une consistance particulière et constituait ce que nous connaissons, depuis Chomel, sous le nom de *plastron*. Eh bien! cette migration est loin d'être aussi facile qu'on l'a supposé; j'ai vainement, en effet, tenté de faire parvenir une injection de suif liquide ou même d'eau simplement colorée de la cavité du ligament large dans le tissu cellulaire; j'ai toujours échoué. On n'échouera pas si l'on se contente de pousser l'injection sous le péritoine, mais on échouera inévitablement si l'on injecte le liquide dans la cavité même du ligament.

» Des recherches répétées un grand nombre de fois dans les pavillons de l'École pratique de Médecine m'ont prouvé que le ligament large est fermé de toutes parts par des aponévroses; de telle sorte qu'on peut dire qu'il constitue une cavité aponévrotique, présentant à peu près la même résistance en avant, en arrière et en bas. Nulle part, le tissu cellulaire n'est en moindre quantité qu'en ce point, et il y présente une densité peu favorable à l'inflammation phlegmoneuse. C'est bien une cavité fibreuse, close par des feuillets aponévrotiques, recouverts en avant et en arrière par le péritoine

» On admettait que le ligament large est ouvert en bas, dans l'intervalle

de ses parois antérieure et postérieure; mais il n'en est rien, et dans ce point il existe une aponévrose qui est la continuation du *fascia propria* qui est accolé au péritoine au niveau du pubis. Au moment où le feuillet péritonéal se réfléchit de bas en haut pour se mouler sur le ligament large, le *fascia propria* se divise en deux feuillets, dont l'un vient former la paroi antérieure du ligament large, et dont l'autre se continue horizontalement et forme la base résistante du ligament. Quand, avec un peu d'attention, on décolle le *fascia propria* des tissus sous-jacents, on reconnaît qu'il est tiré en haut au niveau du bord inférieur du ligament large, qui présente en ce point une concavité.

» Ainsi, le ligament est constitué de toutes parts par des feuillets aponévrotiques qui s'opposent à ce qu'un liquide injecté dans l'intervalle de ces feuillets se répande dans le tissu cellulaire voisin.

» Quand cette notion anatomique sera admise par tout le monde, on examinera de plus près l'origine des phlegmons du bassin, et l'on arrivera, j'en ai la conviction, à reconnaître que c'est à l'*adéno-phlegmon juxta-pubien* qu'il faut réserver les symptômes attribués jusqu'ici au phlegmon du ligament large. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'état des cellules glandulaires de la sous-maxillaire après l'excitation prolongée de la corde du tympan.* Note de MM. **Arloing** et **Renaut**, présentée par M. Bouley.

« I. La glande sous-maxillaire de l'âne et du cheval est formée par des lobules composés eux-mêmes d'alvéoles. ou grains acineux, groupés autour d'un canal salivaire dont l'épithélium cylindrique est strié et disposé sur une seule couche. Chaque alvéole est relié au canal salivaire par un conduit intra-lobulaire revêtu d'un épithélium plat (Fr. Boll) et dont la membrane se continue avec celle de l'alvéole correspondant. L'alvéole est tapisse par deux ordres de cellules : les unes sont granuleuses et disposées sur les côtés du grain glanduleux comme des calottes sphériques appliquées sur une sphère de plus grand rayon; elles sont polyédriques, pressées les unes contre les autres, possèdent un noyau central, et forment ce que l'on appelle la *calotte de Gianuzzi.* En dedans de ces calottes formées de cellules granuleuses, on trouve une ligne de cellules claires, bordant la lumière du canal intra-alvéolaire qui continue celle du conduit intra-lobulaire. Ces cellules sont destinées à la sécrétion du mucus. Leur noyau est refoulé, dans la cellule salivaire au repos, tout à fait à la base de l'élément. Dans un même lobule, chez l'âne et le cheval, on voit certains alvéoles uniquement formés

de cellules granuleuses, et identiques à ceux de la parotide ou de la lacrymale, tandis que d'autres alvéoles renferment à leur centre des cellules mucipares et claires, et, à leur périphérie, une ou plusieurs calottes granuleuses. Sur une glande durcie dans la solution aqueuse d'acide osmique a 1 pour 100, divisée en coupes très-minces, et après coloration de ces coupes par l'éosine hématoxylique, on voit que *toutes les cellules granuleuses sont teintes en rose vif, toutes les cellules mucipares en bleu pâle, et tous les noyaux en violet foncé.*

» Depuis que M. Heidenhain a émis l'opinion que les glandes sous-maxillaires, en fonctionnant, détruisaient leurs cellules mucipares, que régénéreraient ensuite, pendant le repos, les cellules granuleuses des calottes de Gianuzzi, M. Ranvier (1) a fait voir que, sur la sous-maxillaire du chien épuisée par l'excitation de la corde du tympan, les cellules muqueuses sont vides, granuleuses, à noyau gonflé et redevenu central, mais nullement détruites. Le protoplasma et le noyau subsistent et peuvent régénérer le mucus de la cellule pendant le repos de la glande.

» Outre que M. Heidenhain, ses élèves et un grand nombre de physiologistes ont persisté, malgré ces observations si judicieuses, dans leur opinion première, il est un point très-intéressant qui, à notre connaissance, n'a pas encore été élucidé. Dans la glande épuisée par l'excitation de la corde du tympan, les cellules mucipares redeviennent granuleuses; se sont-elles changées en cellules identiques avec celles de la calotte marginale, ou ont-elles conservé leurs caractères distinctifs?

» Il est naturel de supposer que, si les cellules granuleuses de la calotte marginale sont des cellules de remplacement, les cellules muqueuses centrales, après le départ de leur contenu et le retour à l'état granuleux, se comporteront, en présence de l'éosine hématoxylique, exactement comme celles de la calotte, et se coloreront en rose vif.

» Si, au contraire, les cellules mucipares et les cellules granuleuses des calottes sont des éléments anatomiques distincts, si les dernières ne sont point des formes embryonnaires des premières, dans la glande épuisée, les alvéoles ne renfermeront plus que des cellules granuleuses; mais, de ces cellules, les unes se teindront en bleu pâle et montreront par là qu'elles sont mucipares, les autres se coloreront en rose foncé et montreront par là qu'elles appartiennent à la calotte marginale.

---

(1) Annotations au *Traité d'Histologie et d'Histochimie*, de Frey; traduction française de Spillmann, 1870, p. 439.

» II. Par un procédé laborieux que nous avons réglé et que nous décrirons ultérieurement, nous avons découvert et isolé la corde du tympan et le nerf lingual droits sur un âne vigoureux, immobilisé par la section de la moelle, et soumis à la respiration artificielle. Les nerfs étant coupés aussi haut que possible, leur bout périphérique fut excité. Les effets de l'excitation se localisèrent du côté droit, la glande du côté gauche restant au repos. L'excitation fut soutenue pendant trois heures; elle porta d'abord sur la corde du tympan seule, puis sur le nerf lingual, en déplaçant les excitateurs au fur et à mesure que les nerfs s'épuisaient entre les deux pôles du courant. L'expérience fut arrêtée lorsque l'on s'aperçut que l'excitation des nerfs restait définitivement sans effet. 100 grammes de salive, trouble d'abord (salive des conduits), puis ensuite claire, transparente et légèrement visqueuse, furent recueillis. Comme le poids moyen de la sous-maxillaire de l'âne (de la taille de notre sujet), varie de 15 à 16 grammes, on voit que cette glande a sécrété environ 6 fois son poids de salive avant d'être épuisée. (Nous ferons, à ce propos, remarquer que la sous-maxillaire de l'âne est beaucoup moins homogène que celle du chien.)

» Les coupes de la glande du côté non excité ont été faites après durcissement, dans l'acide osmique en solution dans l'eau à 1 pour 100 pendant vingt-quatre heures, puis dans l'alcool à 90 degrés C. durant le même temps. Celles de la glande épuisée ont été faites exactement par le même procédé et avec les mêmes réactifs : après coloration par l'éosine hématoxylique, les coupes des deux glandes ont été comparées.

» L'aspect de la glande *non excitée* ne différait pas de celui présenté par une glande au repos. Les calottes étaient formées de cellules à protoplasma granuleux teint en rose, l'épithélium mucipare était teint en bleu pâle et ses noyaux plats, refoulés à la base, étaient vivement colorés en violet.

» Dans la glande *épuisée* toutes les cellules d'un même alvéole étaient devenues granuleuses, avec un noyau rond et central; mais on reconnaissait nettement, sur tous, les cellules mucipares à leur couleur bleue et les cellules des calottes à leur couleur rose. La démarcation était aussi nette que sur une glande au repos. Les signes qui, avec l'état granuleux des cellules muqueuses, marquaient le plus évidemment l'activité de la glande, étaient une énorme accumulation de globules blancs dans le tissu conjonctif interlobulaire, et le rapetissement des cellules muqueuses, celles de la calotte étant au contraire gonflées.

» Cette expérience, répétée avec des résultats comparables, montre donc : 1° que *les cellules muqueuses de la sous-maxillaire ne se détruisent pas en fonc-*

tionnant; 2° que *ces cellules, en redevenant granuleuses, ne prennent pas les caractères histochimiques des cellules de la calotte, mais gardent les leurs propres;* 3° il suit de là que *les cellules granuleuses, analogues à celles des glandes à ferment, ont une individualité propre et ne sont pas les formes embryonnaires des cellules mucipares* (¹). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les fourrages en moyettes.* Note de M. J. **Duplessis**.

« La mise en moyettes des céréales, dans les années pluvieuses, aussitôt après la fauchaison, est devenue une opération courante de la pratique agricole éclairée de notre pays.

» C'est que, en effet, l'expérimentation, qui est la règle et la base de la Science, a établi depuis longtemps déjà que les céréales, coupées un peu en vert et disposées en moyettes, se conservent longtemps dans cette situation, à l'abri de l'eau, qu'elles mûrissent leurs graines et leurs pailles.

» Les beaux Mémoires de M. Isidore Pierre sur les développements du blé et du colza démontrent clairement la migration, à un certain moment de la végétation, de l'acide phosphorique et des principes azotés. Ces principes, d'abord existants dans tous les organes, émigrent un peu avant maturité complète aux sommités des axes floraux, et l'on peut ainsi couper en vert et avant maturation sans porter aucun trouble à cet acte physiologique.

» Mais ce que nous voyons pour la maturation et la conservation des céréales en moyettes, nous l'observons *incidemment* pour les fourrages qui se trouvent mélangés avec elles, qu'il s'agisse de légumineuses ou de graminées. Combien n'y a-t-il pas d'agriculteurs, en effet, qui aient mis en moyettes, par des temps incertains, des céréales mélangées avec des fourrages, et qui aient constaté, à leur grande satisfaction, que fourrages et céréales mûrissaient bien et se conservaient longtemps dans cette situation. Pourquoi alors les fourrages qui mûrissent et se conservent avec les céréales ne *mûriraient-ils pas et ne se conserveraient-ils pas seuls en moyettes?*

» Si les lois de la maturation et de la conservation des plantes herbacées sont exactes dans un cas, elles doivent se vérifier dans l'autre. Il m'a été donné de voir récemment qu'il en était ainsi.

(¹) Travail fait aux laboratoires de Médecine expérimentale et d'Anatomie générale de Lyon.

» Des fourrages artificiels (luzerne et trèfle) disposés en moyettes depuis huit jours, alternativement pluvieux et secs, ont donné, chez l'habile agriculteur du canton de Patay, M. Charles Lefèvre, un foin parfaitement fait, à couleur verte passant au brun et à odeur très-aromatique. La partie extérieure de la moyette avait bien été blanchie un peu sous l'action des pluies, mais mélangée à l'ensemble elle n'en altère nullement la qualité.

» Cette expérience est également faite à Chevilly, chez l'honorable Président du Comité agricole d'Orléans, M. Jules Darblay. M. Lefèvre emploie deux femmes à la construction d'une moyette de fourrage qui a lieu à l'aide de deux fortes brassées représentant un poids de 50 kilogrammes environ. Ces deux brassées de fourrage vert sont placées à côté l'une de l'autre dans une position un peu oblique à la verticale, les inflorescences en haut, de manière à former un volume conique reposant sur le sol par sa base et attaché à un sommet par un lien du même fourrage.

» Le travail se fait en trois temps. Dans le premier temps les deux femmes ramassent simultanément le fourrage vert sur l'andin, qui vient de tomber sous l'action de la faux. Dans le deuxième temps les deux brassées sont portées sur un point commun et libre de l'andin et redressées dans la position décrite. Dans le troisième temps, enfin, l'une des femmes tient la moyette dans ladite position pendant que l'autre fabrique un lien avec le fourrage et l'attache à son sommet. La dépense, à l'hectare, est de 7 francs environ, tandis que le fanage ordinaire revient à 12 francs.

» *Conclusions.* — En résumé, le fourrage vert peut être transformé en foin par un temps pluvieux à l'aide de la moyette ; et cette transformation a lieu plus sûrement et plus économiquement que le procédé de la fenaison ordinaire dans les mêmes circonstances.

» Cette pratique de la moyette, déjà connue, doit être signalée de nouveau à l'attention des hommes de progrès, pour être propagée dans les années humides comme l'année 1879. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les anciennes voies du Sahara.* Extrait d'une Lettre de M. **Berlioux**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« J'avais soumis la science de Ptolémée à une expérience pratique, et j'avais annoncé que l'expédition allemande conduite par M. Rohlfs, et envoyée dans l'Afrique intérieure pour répondre aux vues de l'Association internationale africaine, allait rencontrer une voie romaine qui pourrait la conduire vers les ruines de Garama.

» Mes prévisions se sont déjà réalisées en partie. Le chef de l'expédition allemande m'a écrit, du désert de Libye, qu'il y a d'anciennes inscriptions sur la route que je lui signalais; mais il m'annonce qu'il ne peut suivre la route de Garama, à cause de la sécheresse qui en a fait tarir les puits, et qu'il est allé chercher une autre route vers Aujila.

» Je vais renouveler mon expérience pour cette route d'Aujila, que Ptolémée a également indiquée dans ses Tables, et qui était une grande voie commerciale à l'époque des Romains. En conséquence, j'ai fait le tracé de cette route, en indiquant, d'après le géographe d'Alexandrie, les montagnes, les rivières et les villes qu'elle rencontrait. Vous trouverez ce tracé dans la Carte que j'ai l'honneur de vous adresser, et dans laquelle j'ai dessiné en même temps toutes les anciennes voies qui traversaient le Sahara.

» Comme j'envoie mon travail à M. Rohlfs, j'ai chargé ma Carte de notes, pour n'être pas forcé d'écrire un volume d'explications. Je ne suis pas fâché de me trouver en face des géographes allemands qui ont préparé l'expédition de M. Rohlfs et qui n'ont pas consulté Ptolémée, un géographe condamné par la Science contemporaine, mais non sans appel. Je crois que l'épreuve à laquelle je soumets les Tables du savant alexandrin fera revenir sur cette condamnation.

» Les faits démontreront d'une façon victorieuse que la Géographie de Ptolémée renferme les plus riches renseignements et que les anciens ont poussé leurs explorations jusque dans le centre de l'Afrique. »

M. **de la Gournerie** présente à l'Académie, de la part de M. *Juan Menten*, directeur de l'Observatoire de Quito, quatre Brochures en langue espagnole. La première est une description de l'Observatoire et des instruments qui y sont établis; les trois autres sont les premiers numéros du *Boletin del Observatorio astronomico de Quito,* publication qui depuis octobre 1878 parait tous les deux mois. Des questions variées sont traitées dans ce Recueil; on y trouve une Notice très-intéressante sur l'éruption du Cotopaxi du mois d'août 1878, une Note sur un tremblement de terre arrivé à Quito dans le mois d'octobre de la même année, une étude sur le climat des îles Galapagos, avec une Carte des courants entre ces îles et la côte de l'Équateur, un aperçu sur les opérations scientifiques faites aux environs de Quito depuis l'expédition des académiciens français dans le XVIIIe siècle, enfin des Tableaux météorologiques contenant des renseignements étendus.

Les observations faites sous l'équateur présentent un intérêt particulier.

Le Recueil fondé et dirigé par le savant M. Menten sera bien accueilli par les astronomes et les physiciens.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juin 1879.

De l'emploi de l'éther sulfurique et du chloroforme à la Clinique chirurgicale de Nancy; par M. E. Simonin. Paris, J.-B. Baillière, 1849-1879; 2 vol. in-8° en six Parties. (Présenté par M. le baron Larrey au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Mémoire sur un nouveau bélier aspirateur de M. de Caligny, pouvant tirer l'eau de toutes les profondeurs; par M. O. Chemin. Paris, Dunod, 1879; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens; 3e série, t. V. Amiens, impr. Yvert, 1879; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. X. Arras, impr. Rohard-Courtin, 1879; in-8°.

Application du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées. Campagne de 1878. *Rapport sur les expériences et les applications réalisées et sur les résultats obtenus; par* M. A.-F. Marion. Paris, impr. P. Dupont, 1879; in-4°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Leçons de clinique chirurgicale professées à l'hôpital Sainte-Eugénie de Lille; par M. le Dr A. Faucon. Paris, Asselin et Cie, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Étude sur le pansement ouaté au point de vue de la Chirurgie d'armée; par M. le Dr Védrènes. Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La méthode antiseptique de Lister. Histoire et résultats obtenus à l'hôpital Saint-Léon de Nancy; par M. le Dr F. Gross. Paris, Berger-Levrault, 1879; in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

G. Fouret, *Sur les surfaces de vis*. Paris, impr. Chaix, 1879; br. in-8°.

Note sur le vicha maroundou, les pilules de Tanjore, les pierres à serpents, et quelques végétaux employés dans les Indes contre les morsures envenimées; par M. le D[r] Viaud Grand-Marais. Nantes, impr. Mellinet, 1879; opuscule in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Memorie della reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; t. XVIII. Modena, soc. tipografica, 1878; in-4°.

Finska Kranier jämte nagra natur och literatur studier inom andra omraden af finsk Antropologi. Skildrade af G. Retzius. Stockholm, Central Tryckeriet, 1878; in-4°.

Statistique médicale et Hygiène. Éléments de la population dans la ville de Toul; par M. Husson. Toul, 1878; br. in-8°.

Reale Accademia dei Lincei. Paolo Volpicelli. Cenno necrologico; per Quintino Sella. (Extratto dal Vol. III, 3[e] série, Transunti.)

Della conservazione delle ova del baco da seta in mezzi differenti dall' aria. Relazione del prof. Giovanni Luvini. Torino, 1879; br. in-8°.

Jahresbericht des naturhistorischen Vereins von Wisconsin für das Jahr 1878-79; br. in-8°.

Linnaea, ein Journal für die Botanik, von D[r] August Garcke. Band VIII, Heft III. Berlin, 1878; br. in-8°.

The Proceedings of the Linnean Society of New-South Wales; Vol. III, Part the second; Vol. III, Part the third. Sydney, 1878-1879; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juin 1879.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3[e] série, t. XV, année 1878. Troyes, Lacroix; 1 vol. in-8°.

Éléments de Physique appliquée à la Médecine et à la Physiologie; par M. A. Moitessier. Paris, Masson, 1879; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai-juin 1879. Mulhouse, V[e] Bader et C[ie]; br. in-8°.

De l'Hygiène publique et de la Chirurgie en Italie; par M. Gabriel Millot; IIe Partie. Paris, J.-B. Baillière, 1879; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

Description d'un flotteur automobile; par M. Aug. Guiot. Paris, 1878; br. in-8°.

Analyse de Mémoires soumis à la Commission d'analyse des Annales des Ponts et Chaussées; par M. E. Dubouch. Tarbes, Larrieu; br. in-8°.

Obituary notices of Astronomers; by Edwin Dunkin. Edinburgh, 1879; 1 vol. in-16.

Sulle polarità galvaniche e sulla decomposizione dell' acqua; par M. le Dr Adolfo Bartoli. Pisa, Sieraccini, 1879; br. in-8°.

Annual Report upon the Survey of the northern and northwestern lakes and the Mississippi river; par M. C.-B. Comstock. Washington, 1878; br. in-8°.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-HUITIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1879.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXXVIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.